

EERSTE RAPPORT

over de topsterfte van de Koffie in de
Residenties Benkoelen en Palembang

door

Dr. W. BALLY

With a summary in English

*(Overgedrukt uit het Archief voor de Koffiecultuur
in Ned.-Indië, 2e Jaargang, No. 2, Nov. 1928)*

EERSTE RAPPORT OVER DE TOPSTERFTE VAN DE KOFFIE IN DE RESIDENTIES BENKOELEN EN PALEMBANG

DOOR

Dr. W. BALLY

(with a Summary in English).

INHOUD.

1. Inleiding.
 2. Definitie.
 3. De uiterlijke symptomen.
 4. Physiologische overwegingen.
 5. Over Tracheomycosen in het algemeen.
 6. Microscopisch onderzoek.
 7. Eenige conclusies.
 8. De vermoedelijke verwekker der ziekte; infectieproeven.
 9. Over de economische beteekenis der ziekte.
 10. Eenige ideeën betreffende de te nemen maatregelen.
 11. Résumé.
 12. Summary in English.
 13. Naschrift: Over gevallen van topsterfte op Java.
 14. Geciteerde literatuur.
 15. Verklaring der platen.
-

1. INLEIDING.

In de tweede helft van het jaar 1926 kwamen bij het Koffie-Proefstation van in de Residenties Benkoelen en Palembang gelegen ondernemingen berichten binnen over eene instervingsziekte, die in de robustakoffie vrij hevige schade aanrichtte. Naast de beschrijving ontvingen wij materiaal van doode en afstervende takken en toppen, dat er echter door het lange transport meestal niet meer erg frisch uitzag. De verkregen gegevens en het ontvangen materiaal waren voldoende om te concludeeren, dat de ziekte blijkbaar nieuw moest zijn. De uiterlijke symptomen en de microscopisch waarneembare pathologische veranderingen kwamen met geen der tot nu toe beschreven koffieziekten overeen.

Door middel van een enquête, gehouden onder de koffieplanters van Benkoelen en Palembang, hebben wij eerst geprobeerd nadere gegevens te verkrijgen. Twee feiten konden wij toen uit de ontvangen antwoorden abstraheren, ten eerste dat instervingsverschijnselen op alle ondernemingen, die zoo vriendelijk waren onze vragen te beantwoorden, voorkwamen, ten tweede dat wij zeer waarschijnlijk niet overal met dezelfde ziekte te doen hadden. Om echter met ons onderzoek verder te komen en om eventueel de planters te kunnen helpen, achtten wij, evenals de belanghebbenden, een langdurig verblijf in de geteisterde streek noodzakelijk.

Daarom vertrokken wij eind Augustus 1927 naar de Residentie Benkoelen en hebben gedurende de maanden September en October in een op de onderneming Soeban Ajam geïmproviseerd laboratorium de onderzoekingen verricht, waarvan deze publicatie verslag geeft. Wij hebben volgens een te voren opge maakt programma gewerkt, vooral omdat ons maar een beperkte tijd ter beschikking stond; proeven, die over een langer tijdstip moesten worden voortgezet, werden ook wel begonnen, doch kunnen pas later behandeld worden.

Hetgeen wij o.i. bereikt hebben is, dat wij meenen de oorzaak dezer tot nu toe raadselachtige ziekte te hebben opgespeurd, hetgeen natuurlijk pas de allereerste stap is; telkens en telkens weer zullen wij in den loop van ons betoog op die punten moeten wijzen, die alsnog niet opgehelderd zijn en die langerdurend zorgvuldig onderzoek dringend vereischen. Toch gelooven wij, dat onze tot nu toe gedane onderzoekingen voor de praktijk van belang kunnen zijn, omdat zij ons de richting wijzen voor de maatregelen, die met het oog op deze ziekte kunnen genomen worden. Echter is op dit oogenblik, waarop wij nog zoeken naar middelen om den vijand tegen te gaan, eene intensieve samenwerking tusschen praktijk en wetenschap dringend noodig. Zooals de situatie nu is — zij kan misschien nog gedurende langen tijd zoo blijven, omdat wij niet weten, wanneer het verder onderzoek nieuwe gezichtspunten zal brengen — moeten wij de planters in de eerste plaats bekend maken met de door ons gevonden feiten. Om deze te begrijpen is eenige kennis van de anatomie en van de physio-

logie der koffieplant onmisbaar. In twee lezingen¹⁾ hebben wij gepoogd om de belangrijke punten grondig en tevens zoo populair mogelijk te behandelen. In deze publicatie zullen wij het toen gezegde in hoofdstuk 6 herhalen, dat dus, niettegenstaande zijn geleerden titel, voor de praktijk bestemd is. Andere hoofdstukken b.v. 5 en vooral 8 zijn van algemeen phytopathologische en van zuiver mycologische strekking en dragen uit den aard der zaak een meer wetenschappelijk karakter.

Wij mogen niet nalaten er op te wijzen, dat de topsterfte in meer dan een opzicht van belang is en dat een uitgebreide studie zeker gemotiveerd is. Deze ziekte teistert immers niet alleen de ondernemingskoffie maar ook de bevolkingstuinen. Voor zooverre wij dit konden nagaan, vonden wij de ziekte overal in de Residentie Benkoelen en zeker in de Pasoemahstreek van Palembang. Maar aangezien het mogelijk is dat wij met een infectieziekte te doen hebben, is verdere uitbreiding geenszins onmogelijk. Hoe het komt, dat deze ziekte, die feitelijk een leek al opvalt en die de Inlanders zelf kennen, tot nu toe in geen een der aan het Instituut voor Plantenziekten gezonden jaarrapporten vermeld werd, is ons dan ook een raadsel. Dat er groote economische belangen mee gemeoid zijn, moge blijken uit het productiecijfer van de robusta-koffie van de Residenties Benkoelen en Palembang. Volgens de koffiestatistiek van GJSELMAN en STEUP bedroeg de opbrengst van robusta voor deze twee residenties over het jaar 1927; 587988 picols, terwijl de opbrengst voor geheel Nederlandsch-Indië 1890138 picols was. In het 9e hoofdstuk zullen wij nagaan of en hoe verre in de toekomst de topsterfte deze cijfers zal kunnen beïnvloeden.

Een woord van dank aan allen, die mij bij mijn onderzoek behulpzaam waren, is zeker hier op zijn plaats. Het is gericht aan de planters van Benkoelen en Palembang, die mij met onvermoeide bereidwilligheid aan gegevens en materiaal hebben geholpen, in de eerste plaats aan den Administrateur van Soeban Ajam, den Heer BLOM, in wiens gastvrij huis ik dit onderzoek heb verricht; hij zelf en zijn assistenten waren steeds bereid mij bij mijn proeven alle hulp te verleen, aan het kantoor VAN HEEKEREN te Benkoelen, verder aan den Directeur van het ziekenhuis te Waringin Tiga, Dr. RATH, in wiens laboratorium ik mocht werken, aan den Directeur van het Theeproefstation, Dr. BERNARD en aan mijn collega's Dr. STEINMANN en Dr. HILLE RIS LAMBERS, die mij bij mijn mycologisch werk geholpen hebben, aan de Heeren SCHRIEKE, Superintendent van Soeban Ajam en BLOK, Administrateur van Pagar Alam, die zoo vriendelijk waren mij toe te staan eenige van hun goedgeslaagde foto's hier te reproduceeren en aan Mej. Prof. Dr. WESTERDIJK, die steeds gaarne bereid was ons bij de determinatie der gevonden schimmels haar hulp te verleen.

Deze publicatie was eind Maart persklaar. Door verschillende omstandigheden moest het drukken ervan uitgesteld worden. Intusschen heeft steller

¹⁾ Vergadering van den Kring Benkoelen van de Z.U.S.U.M.A. op 5 November 1927 te Waringin Tiga.

Vergadering van den Kring Palembang van de Z.U.S.U.M.A. op 11 November 1927 te Pagar Alam.

dezes gedurende de maanden April en Mei nogeens de koffie ondernemingen in Benkoelen en Palembang bezocht, om zijn daar begonnen proeven na te gaan.

Verder bereikten ons gedurende het op schrift stellen van deze publicatie de eerste berichten over het optreden van dezelfde ziekte op Java (zie naschrift). Wij hebben ook hier aan alle ondernemingen, waarvan wij berichten ontvingen, bezoeken gebracht. De uiterlijke en inwendige symptomen kwamen overeen met hetgeen ons van Sumatra bekend was.

Er zijn dus in den tusschentijd weer talrijke gegevens verzameld.

Voor een klein gedeelte werd met deze gegevens bij het corrigeeren van den oorspronkelijken tekst rekening gehouden. Het gedrag der observatie-boomen en observatie-tuinen zal echter in een afzonderlijke publicatie verwerkt worden, evenals de op Java verrichte observaties.

Het Algemeen Landbouw Syndicaat heeft intusschen het besluit genomen om de verdere in verband met de topsterfte op Sumatra te verrichten onderzoekingen aan Dr. MULLER over te dragen. Steller dezès heeft Dr. MULLER in Mei zijn werk overgedragen en met hem de alsnog te nemen proeven besproken.

Malang, eind Juli, 1928.

2. DEFINITIE.

Op de door ons bezochte ondernemingen vonden wij drie verschillende ziekten, waarvan de uiterlijke symptomen instervingsverschijnselen zijn. Alle deze instervingsverschijnselen hebben, zooals wij ons konden overtuigen met aantastingen van de wortels, hetzij door wortelschimmels, hetzij door nematoden niets te maken.

1. Een insterven van takken bij oude boomen ; ten slotte kunnen in erge gevallen de boomen dood gaan. Deze ziekte is gekarakteriseerd door spleten in den bast, die eerst heel kort zijn, later langer worden. Zij wordt op Java hier en daar ook gevonden. Wij hebben vroeger al pogingen gedaan om een verwekker te vinden, tot nu toe zonder eenig succes. Op Sumatra treedt de ziekte op sommige ondernemingen nog al hevig op. Aangezien zij niet algemeen verspreid is en aangezien wij onze volle aandacht aan de topsterfte moesten besteden, ontbrak ons de tijd om ook deze ziekte nader te onderzoeken.

2. Een plotseling insterven van geheele boomen. Het eerste begin is gekarakteriseerd door een slap hangen en eene gele tot roodachtige verkleuring der bladeren. De ziekte is ons tot nu toe alleen van eenige tuinen van één onderneming bekend. Volgens opgave van den Administrateur gaan de boomen na het waarnemen der eerste verschijnselen zeer spoedig dood, nl. in ongeveer 6 dagen. Als een verder symptoom noemen wij de wijnroode verkleuring van het jongste hout, die zeer duidelijk zichtbaar wordt, als wij de boomen doorkappen. Wij zullen deze ziekte later nog uitvoeriger bespreken.

Zijn de twee zooveen genoemde ziekten tot nu toe gelukkig alleen van lokaal belang, de derde is van veel grootere beteekenis, reden waarom wij ons geheel op een onderzoek hiervan hebben geconcentreerd.

3. Wij noemen de ziekte : topsterfte. Deze naam spreekt voor zich zelf. Gelukkig beschikt de Hollandsche taal over een zoo karakteristiek woord, het Engelsche „die back” kan licht verkeerde begrippen geven, terwijl het Duitsche woord „Gipfeldürre” in tegenstelling tot „Zweigsterben” (taksterfte) ook een goed gekozen uitdrukking voor de symptomen is. De verschillende hier gereproduceerde foto's zullen wel een veel duidelijker begrip van de ziekte geven dan met woorden mogelijk is.

3. UITERLIJKE SYMPTOMEN.

Bij het opsporen van de oorzaken, van welke ziekte ook, is het noodzakelijk om in de eerste plaats te zoeken naar het allereerste stadium. Wat speciaal die plantenziekten betreft, welke eene vermolming, verdroging of verrotting van weefsels ten gevolge hebben, in dergelijke weefsels treedt, zooals bekend, eene bonte flora van alle mogelijke saprophytisch en half saprophytische schimmels

en bacteriën op, die soms wel en soms niet in staat zijn om levende weefsels te vernielen. Ieder phytopatholoog kent de moeilijkheden, die zich voordoen als men probeert uit deze massa van organismen, diegene aan te wijzen, welke als de verwekkers van een bepaalde ziekte moeten worden beschouwd. De waarschijnlijkheid om met eenige zekerheid den verwekker te kunnen aantoonen, wordt grooter naar gelang wij jongere stadia van de ziekte kunnen aanwijzen, waar de door secundaire organismen veroorzaakte verrotting nog niet begonnen is.

Nu valt ons bij een wandeling door aangetaste tuinen al spoedig op, dat de „topsterfte” feitelijk niet bij den top begint, maar dat eerst een van de meer basale takken zich abnormaal begint te gedragen. Eenige bladeren verwelken en vallen af, de tak wordt bruin en sterft na eenigen tijd, in een verder stadium zien wij meerdere takken, die meestal aan een zijde van den boom staan, hetzelfde lot ondergaan (zie Plaat I, fig. 1 en 2). Eenigen tijd later begint de top in te sterven, wij krijgen dan toestanden te zien, zooals zij in onze foto's (Plaat I, fig. 3; Plaat II) zijn weergegeven. Dit zijn gemakkelijk te constateeren feiten, die aan iedereen direct opvallen.

Op het allervroegste herkenbare stadium, dat voor ons verder onderzoek van zeer veel betekenis zal zijn, heeft ons de Heer CRAYÉ, Administrateur der onderneming „Westkust”, attent gemaakt. Het is gekarakteriseerd door, wat wij verder zullen noemen de „asymmetrische ontwikkeling”. De aan een kant groeiende takken worden in hun groei belemmerd en blijven steeds korter. Dit eerste stadium is zeer duidelijk en kan door alle mogelijke overgangen met de latere stadia in samenhang gebracht worden. Wij moeten echter uitdrukkelijk opmerken, dat in het allereerste begin nog geen andere instervingsverschijnselen, als verdorren van bladeren of bruin worden van takken, herkenbaar zijn. De twee foto's op Plaat III, fig. 2 en 3 geven een goeden indruk. Het is in dezen samenhang zeker niet overbodig er op te wijzen, dat bij, onder normale omstandigheden opgegroeide koffieboomen, de twee takken van een der takkenparen steeds nagenoeg even lang zijn. Natuurlijk kunnen er zich omstandigheden voordoen, die een tak van een paar in zijn groei hinderen, maar het komt toch bijna nooit voor, dat bijna alle aan een zijde gelegen takken korter blijven. Als dit geval zich voordoet, dan is het ook meestal gemakkelijk een oorzaak aan te wijzen (b.v. verschillende belichting aan den rand van een tuin, soms ook eenzijdige wortelaantastingen door nematoden). Maar hier zien wij geen enkelen samenhang met uiterlijke omstandigheden. In het begin dachten wij aan een invloed van de hemel- of van de windrichting, maar welken tuin wij ook onderzochten, steeds weer vonden wij boomen met dit karakteristieke verschijnsel, waarbij de in haar groei belemmerde zijde nu eens naar het Oosten, dan weer naar het Westen, nu eens naar het Noorden en dan weer naar het Zuiden wees. Van een invloed van de heerschende winden was dan ook geen sprake.

Wij hebben, omdat het hier om een voor ons verder onderzoek zeer belangrijk verschijnsel gaat, moeite gedaan om een duidelijke wijze van grafische voorstelling uit te werken. Als wij een koffieboom precies van uit den top

bekijken, dan moesten, indien het in alle boeken, die over de morfologie van den koffieboom handelen, voorkomende schema juist was, alle b.v. in de richting Noord en Oost wijzende takken korter zijn dan die, welke naar het Zuiden en naar het Westen wijzen. Maar de kwestie is niet zoo eenvoudig, omdat alle beschrijvingen over de wijze van vertakking van *Coffea* feitelijk een onjuist begrip van de werkelijkheid geven.

Wij moeten dus, om het volgende te begrijpen, even nader toelichten, in hoe verre de werkelijkheid van het in de literatuur opgegeven schema afwijkt. De, voor zoover ons bekend, door alle morfologen tot nu toe gevolgde zienswijze vonden wij het duidelijkst uitgedrukt in het kleine boek van ZIMMERMANN: „Kaffee”. Wij laten een vertaling volgen:

„Aan het uit de kiemplant gegroeide jonge boompje kan men gemakkelijk waarnemen, dat de twee (bij wijze van groote uitzondering 3) elkaar tegen overstaande bladeren zoodanig aan den hoofdstam gerangschikt zijn, dat de bladeren van het 1ste, 3de, 5de..... paar boven elkaar staan, zoodat de hoofdstam de bladstelen en de hoofdnerf in hetzelfde verticale vlak liggen. Evenzoo staan ook de bladeren van het 2e, 4e, 6e..... paar loodrecht boven elkaar en een door hun medianen gelegd verticaal vlak staat dus rechthoekig op het vlak van de andere paren van bladeren, zoodat dus ieder paar van bladeren zich precies onder het midden van de door het naast hoogere paar gevormde tusschenruimte bevindt.

Aangezien nu de zijtakken aan den bovenkant van den door de bladsteel en den stengel gevormden hoek, den bladoksel, ontstaan, wordt het duidelijk, dat zij, evenals de bladeren in twee loodrecht op elkaar staande vlakken gerangschikt zijn”.

Dit is echter in werkelijkheid anders. Het vlak, waarin de zijtakken van een paar liggen, vormt met het vlak, waarin het volgende paar ligt nooit een rechten, maar steeds een scherven of als wij den anderen tak van een paar beschouwen, een stompen hoek.

Voor zooverre wij weten, is DE HAAN tot nu toe de eenige schrijver geweest, die er op gewezen heeft, dat door torsies der internodiën de kruisgewijze stand der zijtakken later niet meer zuiver is. Hij schrijft in een aanmerking: „Ook hier (in den hoofdstam) treden s o m s ¹⁾ torsies op in de as, waardoor de kruisgewijze stand niet meer zoo zuiver is”. Ik heb alleen bezwaar tegen het woord „soms”, omdat ik nog nooit een koffieboom ontmoet heb, waarbij deze torsies n i e t voorkomen. In de meeste gevallen, die ik gezien heb, hebben wij te doen met een linkschen draai of m.a.w. een draai tegen de richting van de wijzers van een horloge. Een diagram, dat de werkelijke bladstelling van *Coffea robusta* geeft, ziet er dus niet uit als het bekende schema van een tegenovergestelde bladstand (Plaat IV, fig. 1), maar zooals Plaat IV, fig. 2 dit illustreert.

Zonder op het mechanisme van deze eigenaardige torsies hier nader in te gaan, willen wij alleen in het voorbijgaan even wijzen op het nuttig effect, dat de plant er mee bereikt. Zou immers volgens het bekende schema het derde takkenpaar in hetzelfde vlak als het eerste, het vierde in hetzelfde vlak als het tweede staan, dan zouden de bladeren van de even en die van de oneven paren

¹⁾. Door mij gespatieerd.

elkaar overschaduwen, terwijl door de torsies bereikt wordt, dat van boven gezien alle bladeren der primaire zijtakken als het ware een mozaïek vormen en bij jonge boomen bijna geen enkel blad door een ander in het opvangen van het licht belemmerd wordt.

Na deze kleine beschouwing, die wij hier even moesten inlasschen, zullen de volgende twee schema's (Plaat V. fig. 1 en 2) van vertakking van asymmetrische boomen beter te begrijpen zijn. Zij zijn op de volgende manier tot stand gekomen. Wij hebben de twee boomen van boven bekeken en voor iederen tak van elk paar de lengte en den hoek, die hij met den boven hem liggenden tak van het naast jongere takkenpaar vormt, genoteerd en in ons schema in een verkleinden maatstaf opgeteekend. De takkenparen zijn van boven naar beneden genummerd, de nummers zijn met Romeinsche cijfers aangeteekend. Verder hebben wij steeds den korteren tak van een paar met een stippellijn, den langeren met een doorgetrokken lijn geteekend. Zoo zien wij uit deze schematische voorstelling duidelijker dan uit de foto dat de aan eene zijde van de plant liggende takken in den groei achterblijven.

Wij zullen nog herhaaldelijk op het verschijnsel der asymmetrie moeten terugkomen, daarom moesten wij hier uitvoerig er bij blijven stilstaan. Wij mogen echter niet nalaten er op te wijzen, dat er misschien nog andere symptomen zijn, die een ziek worden aankondigen. Soms vertoonen de boomen duidelijk een ineengedrongen habitus, een zekeren stilstand van groei van de jongste internodiën. Soms zien wij indeukingen, die in de lengterichting van de hoofdas loopen. Dit zijn misschien even belangrijke symptomen, alleen laten zij zich niet zoo goed in woorden en in beeld uitdrukken, als het zooeven genoemde verschijnsel.

Het insterven der takken en het insterven van den stam houdt meestal op een zekeren afstand van den top op. De ziekte is het gevaarlijkst in jonge aanplanten, waar de insterving in sommige gevallen tot aan den wortelkraag kan gaan. In oude plantsoenen zien wij de doorgeschoten waterloten als kale toppen boven het uniforme groen uitsteken (Plaat VI).

Uitloopers, die op gestumpde boomen worden aangehouden, worden in zeer veel gevallen ziek; wij zullen naderhand dit verschijnsel nog nader bespreken.

4. PHYSIOLOGISCHE OVERWEGINGEN.

Steller dezès heeft eenigen tijd geleden op een bijeenkomst van de vereniging van Proefstationpersoneel er op gewezen, dat de phytopatholoog, die de oorzaak van een nieuwe plantenziekte wil opsporen, vooral zijn aandacht moet vestigen op de ziek e p l a n t, dat hij zich in de eerste plaats rekenschap moet geven over de physiologische processen, welke kennelijk ten gevolge van de ziekte verstoord zijn (BALLY 1926). Hij zal dan de pathologische veranderingen moeten bestudeeren, welke die organen ondergaan hebben, welke voor de verrichting der gestoorde levensprocessen gebruikt worden.

Deze opvatting vindt trouwens hoe langer hoe meer ingang in de Phytopathologie. Zoo zien wij b.v., dat in een van de nieuwste leerboeken : „Manual of plant disease” van F. D. HEALD, het tweede hoofdstuk handelt over „Symptoms of disease in plants”.

Om op ons speciaal geval terug te komen, wij zouden de in het vorige hoofdstuk behandelde symptomen als volgt kunnen omschrijven. In het eerste beginstadium zien wij eene belemmering van groei, die ons eenigszins doet denken aan het kort blijven der takken, dat wij bij wortelaantastingen door nematoden waarnemen : alleen is de asymmetrische groei een slechts voor deze ziekte absoluut karakteristiek symptoom. Het tweede stadium is eene typische necrose, die voorafgegaan wordt door verwelkingsverschijnselen. De oorzaak van deze necrose kan gebrek aan water zijn.

Aangezien wij in het begin van onze onderzoeken alleen het tweede stadium onderscheiden konden, zijn wij van de volgende redeneering uitgegaan :

Gebrek aan water kan veroorzaakt worden : a) door droogte van den grond, waardoor het voor de levensprocessen der plant noodige water ontbreekt ; b) door een gestoorde functie der organen, welke voor de opname van water te zorgen hebben ; c) door storingen in die organen, welke voor de geleiding van het water van uit den wortel naar den top moeten zorgen. Wij hebben dus nagegaan welke van de drie veronderstellingen de juiste was.

a). Van een samenhang van topsterfte en droogte is geen sprake. De regenval op alle ondernemingen, waar topsterfte optreedt, is absoluut voldoende. Hij schommelt om de 3000 mm per jaar. Het aantal regendagen is tusschen de 150 en 250. De grond maakt op het oog geen drogen indruk, van een te groote doorlatendheid kan geen sprake zijn. Het grondonderzoek, dat door het Proefstation voor Thee verricht werd, geeft ons verder geen enkele aanwijzing, dat wij de gronden als „physiologisch droog” moeten kenmerken.

b). De organen, die voor de opname van het water te zorgen hebben, zijn de wortels. Wij hebben dan ook herhaaldelijk wortelstelsels van zieke en instervende boomen onderzocht, zonder ooit een pathologische verandering aan te treffen. Steller dezès acht zich competent om deze vraag te beoordeelen, omdat hij op Java voortdurend materiaal onderhanden krijgt van zieke koffiewortels, hetzij door aaltjes, hetzij door wortelschimmels aangetast en zodoende in den loop der jaren een zekeren kijk op pathologische veranderingen van koffiewortels gekregen heeft. Maar steeds en steeds weer viel ons het bijzonder gezonde aspect der op Sumatra uitgegraven koffiewortels op.

c). Logisch geredeneerd, moet dus de storing gezocht worden in de organen, welke het water van den wortel naar den top geleiden of m.a.w. in de houtvaten en in de tracheiden. Laat ons vooropstellen, dat deze veronderstelling juist bleek te zijn. Door ons microscopisch onderzoek konden wij bij zieke boomen steeds de aanwezigheid van schimmeldraden in het binnenste van de houtvaten aantoonen. De ziekte vertoont dus de kenmerken van eene typische tracheomycose.

Aangezien het woord „tracheomycose” voor de meeste mijner lezers een eenigszins vaag begrip zal zijn, zullen wij, alvorens onze microscopische preparaten te bespreken, in een kort bestek moeten samenvatten, hetgeen wij onder tracheomycosen verstaan en welke ziekten wij hieronder rangschikken.

Aan het eind van dit hoofdstuk moet echter nog de vraag gediscuteerd worden, of er misschien niet een andere oorzaak van de ziekte kan aangewezen worden. Sommige planters waren van opinie, dat feitelijk *djamoer oepas*, *Corticium salmonicolor*, de oorzaak zou zijn. Dit is echter zeker niet het geval. Wij vonden gedurende ons geheele verblijf op Sumatra, na ijverig zoeken, maar één enkel geval van *Djamoer oepas*, wat op zich zelf nog niet veel zegt, omdat het misschien kan gaan om verouderde gevallen. Maar het feit, dat de oude aantastingen van *Djamoer oepas*, die wij op Java kennen, er heel anders uitzien, is o.i. voldoende om te bewijzen, dat deze veronderstelling onjuist is.

In het begin van ons onderzoek waren wij geneigd om aan een andere door planters en vooral ook door Inlandsche eigenaren van koffietuinen vaak geuite veronderstelling meer waarde te hechten. Vaak werd aan hevige aantasting door takkenboeboek de schuld gegeven. Op de eerste onderneming, die wij bezochten, stonden wij dan ook versteld over de afmetingen, die de door *Xyleborus Morstatti* aangerichte schade had aangenomen en dachten wij ook een oogenblik aan de mogelijkheid, dat op Sumatra de takkenboeboek in zoo hevige mate zou optreden, dat de gevolgen van de aantasting zich in dezen vorm zouden kunnen voordoen. Het viel ons wel is waar direct op, dat wij op Java nooit dergelijke ravages gezien hadden, maar wij overwogen de mogelijkheid, of niet misschien de soort *Xyleborus Morstatti*, die op Sumatra de plaats inneemt van de in Oost-Java voorkomende *Xyleborus morigerus*, zich anders zou kunnen gedragen en heviger aantastingen zou kunnen veroorzaken, die zich niet tot de takken zouden beperken, maar ook op den stam zouden kunnen overgaan.

Om hieromtrent zekerheid te verkrijgen, werden op ons verzoek in een tuin, waar veel topsterfte en ook veel takkenboeboek voorkwam, 69 boomen met afgestorven toppen gekapt, ± 5 cm onder het afgestorven gedeelte. De hoofdstam werd in de lengterichting in stukjes van 10 cm verdeeld, elk van deze stukken werd ook weer in de lengterichting gesplitst om na te gaan of er boeboekgangen, hetzij recente, hetzij dichtgegroeide, aanwezig waren. Buitendien werden alle zijtakken bewaard en werd nagegaan of zij *Xyleborus*-boorgangen vertoonden. Het resultaat was, dat onder 69 gevallen er 8 waren met recente, 4 met dichtgegroeide boorgangen van *Xyleborus* en 1 met een boorgang van een grooteren stamboorder. Van de 838 zijtakken waren er 268 met boorgangen van *Xyleborus*. Bij een aantal boomen waren de stam en alle zijtakken geheel boeboekvrij. Hiermede was dus afdoende aangetoond, dat de takkenboeboek niet als de oorzaak van de topsterfte mag beschouwd worden. Onze latere onderzoekingen hebben deze opinie bevestigd, wij kregen in den loop van onze onderzoekingen talrijke zieke boomen onder handen, waarop geen enkel gat van een boeboek kon gevonden worden.

5. OVER TRACHEOMYCOSEN IN HET ALGEMEEN.

Het begrip „*Tracheomycose*” werd voor het eerst door QUANJER duidelijk gedefinieerd, welke onderzoeker bij de studie van de bladrolziekten van de aardappelen vond, dat deze en soortgelijke ziekten van de aardappelen aan zeer verschillende oorzaken moeten toegeschreven worden. Hij heeft vooral duidelijk doen uitkomen, dat wij scherp moeten onderscheiden eene verwelkingsziekte, waarbij in de houtvaten de schimmeldraden van *Verticillium alboatrum* gevonden worden, en de phloeënziekten (zeefvatenziekten), waarbij de zeefvaten door een alsnog onbekende oorzaak aangetast zijn. Door APPEL (geciteerd naar QUANJER) werd voorgesteld deze houtvatenziekte vaatmycose te noemen, terwijl later PETHYBRIDGE, om duidelijk het verschil met ziekten van het zeefgedeelte te doen uitkomen, aan het woord hadrommycose in tegenstelling met leptomnecrose de voorkeur gegeven heeft. Omdat echter de termen hadrom en leptom weinig gebruikt worden, zullen wij ons liever aan het door QUANJER ingevoerde woord tracheomycose houden. Wij definiëren dan tracheomycosen als ziekten, waarbij in de houtvaten woekerende schimmels kunnen aangetoond worden, terwijl bij tracheobacteriosen in de houtvaten bacteriën voorkomen.

Een van de eerste ons bekende anatomische beschrijvingen van een tracheomycose vinden wij in een publicatie van KLEBAHN over een *Verticillium*-ziekte van de *Dahlia*'s. De symptomen dezer ziekte zijn een slaphangen en verwelken der bladeren. Door KLEBAHN kon duidelijk worden aangetoond, dat in de celholten der houtvaten van zieke knollen steeds schimmeldraden voorkomen, die echter nooit in een parenchymcel van het xyleem of van het cambium of van het phloeëm binnendringen. KLEBAHN spreekt daarom van een weinig agressieve parasiet en discuteert al in 1913 de kwestie, welke voedingsstoffen deze zwam voor haar groei noodig heeft, aangezien het natuurlijke milieu, waarin zij groeit, plantensap is. Wij zullen later bij de bespreking van onze schimmelcultures op dit probleem nog nader moeten terugkomen.

H. A. A. VAN DER LEK heeft in een publicatie, handelende over de verticilliose van de komkommer, de aandacht op de tracheomycosen van houtgewassen gevestigd. Hetgeen hij over deze groep van ziekten zegt, is voor ons van zeer veel belang. Daarom, en vooral ook omdat in Indië nog geen typische tracheomycosen bestudeerd zijn, zullen wij hem hier woordelijk citeeren :

„Bij de studie van ziekten van houtgewassen, in het bijzonder van kersenboomen, stootte ik herhaaldelijk op *Verticillium*. Meer en meer heeft zich bij mij de overtuiging gevestigd, dat dit geslacht niet alleen t.o. van verschillende kruiden en vaste planten, doch ook van houtgewassen van groote pathogene betekenis moet wezen. Wel is waar is hier van zoo goed als niets in de literatuur vermeld. Het eenige wat ik heb kunnen vinden is de uittaling van ORTON (1914), dat „WOLLENWEBER has found a root disease of seedling maples in a nursery in Schleswig Holstein to be associated with *Verticillium*” en voorts een korte notitie van ADERHOLD (1907), die *Verticillium* vermeldt als de vermoedelijke oorzaak van een ziekte („trombose”) der kruis- en aalbessen. Hierbij dient men echter eenige dingen in het oog te houden. In de

eerste plaats verschilt de geheele organisatie der houtgewassen zéér van die der éénjarige planten en het is dan ook begrijpelijk dat we hier een ziektebeeld moeten verkrijgen, geheel afwijkend van dat wat optreedt bij de kruiden. Wat zich bij de laatste uit als een betrekkelijk snel verloopend proces, gepaard gaande met verschijnselen, die doen denken aan verwelking, kan bij een boom zich voordoen als een langzaam kwijnen, gepaard b.v. met een achtereenvolgens afsterven van takken. In de tweede plaats brengt juist dit langzamere verloop en de grootere samengesteldheid in den bouw eigenaardige moeilijkheden mede voor het onderzoek, die nog vermeerderen, wanneer er ook kunstmatige complicaties, voortvloeiend uit de cultuur, bijkomen (herhaaldelijk overplanten, snoeien, afenten en d.g.). Ook de technische moeilijkheden: verschaffen van onderzoekingsmateriaal in verschillende fasen, infectieproeven, microscopisch onderzoek enz. zijn hier aanmerkelijk grooter. Het behoeft dan ook geen verwondering te baren, dat over het geheel goed onderzochte, scherp omlijnde en door talrijke infectieproeven vastgestelde ziekten bij de houtgewassen in veel geringer getal beschreven zijn en men alles samengenomen eigenlijk wel zeggen kan, dat de studie der boomziekten sedert ROBERT HARTIG slechts geringe vorderingen gemaakt heeft.

Onderzoekingen van boomziekten zullen uit den aard der zaak dikwijls zich over een reeks van jaren moeten uitstrekken: in vele gevallen, zooals bij de kersenboomen, dient men de geheele cultuur te bestudeeren, wil men den oorsprong van het kwaad opsporen. Infectieproeven met dit materiaal kunnen verscheidene jaren duren, alvorens men volkomen zekere resultaten kan boeken. Hetgeen er tot nog toe in deze richting hier gedaan is, is dan ook nog niet rijp voor publicatie".

Intusschen is gebleken, dat eene boomziekte, die in Holland in de laatste jaren geweldige schade heeft aangericht, ook onder de categorie der tracheomycosen of misschien der tracheobacteriosen moet gerangschikt worden. Wij bedoelen de instervingsziekte, die vanaf 1920 de iepenboomen in Holland heeft geteisterd en die zich in de laatste jaren van uit Holland verspreid heeft en nu ook in West-Duitschland, België en Noord-Frankrijk voorkomt. Er zijn zeer vele punten van overeenstemming tusschen de topsterfte van de koffie en de iepenziekte in Holland reden waarom wij, hetgeen totnutoe omtrent de iepenziekte bekend is, iets uitvoeriger moeten behandelen.

De eerste beschrijving wordt gegeven door DINA SPIERENBURG (I en II). Vergelijken wij de (1922) als fig. 2 gereproduceerde foto dan valt ons direct de gelijkenis met onze foto's van de topsterfte op. De symptomen der ziekte zijn volgens alle beschrijvingen de tusschen de levende takkengedeelten van den boom verdroogde en verschrompelde bladeren en takken. De takken zijn droog en gerimpeld, als het ware verschroeid. De kleine takjes zijn aan het einde omgebogen. De takken en de stam vertoonen op doorsnede in het jongste hout dicht bij den bast bruine plekken, die soms nog in den tweeden en derden jaarring gevonden worden.

Bij het zoeken naar de oorzaak van de iepenziekte hebben alle onderzoekers het bruinverkleurde hout als uitgangspunt gekozen. Men heeft eerst geprobeerd microscopisch na te gaan of in de bruin verkleurde gedeelten van het hout organismen konden gevonden worden. Zekerheid hieromtrent heeft men tot nu toe niet kunnen krijgen. Wel beweert BRUSSOFF, dat hij steeds eene bruine massa kon aantoonen, die volgens hem uit bacteriën is samengesteld. Aan den anderen kant geeft SCHWARZ afbeeldingen van schimmeldraden in het binnenste van de houtvaten, die echter zeer onduidelijk zijn.

Alle onderzoekers zijn het er over eens, dat het microscopisch onderzoek alleen niet tot een resultaat kan leiden en dat wij probeeren moeten uit de zieke weefsels organismen te isoleeren, deze in reïncultuur te kweken en door de proef op de som, de infectieproef, het bewijs moeten leveren, dat de gevonden organismen in staat zijn dezelfde pathologische veranderingen tot stand te brengen, die wij in de natuur kunnen observeeren. Alleen zijn de verschillende onderzoekers (SPIERENBURG, SCHWARZ, VON LINDEN en ZENNECK, BRUSSOFF, PAPE) tot zeer verschillende resultaten gekomen, zoodat op het oogenblik de volgende drie verschillende theoriën bestaan :

1. De ziekte wordt veroorzaakt door een schimmel, *Graphium Ulmi*, die in de cultures uit het zieke materiaal steeds weer te voorschijn kwam. Met cultures van deze schimmel kon de karakteristieke bruinverkleuring van het hout, die wij bij de zieke boomen steeds zien, kunstmatig veroorzaakt worden. De schimmel *Graphium Ulmi* werd in Holland voor het eerst door SCHWARZ als oorzaak van de ziekte beschouwd. Later hebben VON LINDEN en ZENNECK dezelfde fungus in West-Duitschland kunnen isoleeren.

2. Een bacterie, *Micrococcus Ulmi*, kon door BRUSSOFF uit ziek hout gekweekt worden. Het is volgens hem dezelfde bacterie, die in de bruine propfen microscopisch kon worden aangetoond.

3. Een andere Duitse onderzoeker PAPE (geciteerd naar VON LINDEN) kon noch de resultaten van SCHWARZ en VON LINDEN en ZENNECK, noch die van BRUSSOFF bevestigen. Hij is er nooit in geslaagd om mycelia van schimmels, hetzij anatomisch, hetzij door het maken van cultures zeker aan te toonen. Infectieproeven met oorspronkelijke cultures van SCHWARZ gaven bij hem een negatief resultaat. Bacteriën konden door PAPE maar in enkele gevallen geconstateerd worden. Hij komt dus tot de conclusie, dat parasieten geen rol spelen en dat het insterven der iepen aan abnormale weersomstandigheden moet toegeschreven worden.

Nog moeten wij vermelden, dat de verschillende onderzoekers, die aan een parasitaire oorzaak denken, het niet eens zijn over de manier, waarop de parasieten in het leven der planten ingrijpen. BRUSSOFF, de man van de bacteriëentheorie, denkt, dat de parasieten de houtvaten verstoppfen, terwijl VON LINDEN en ZENNECK van opinie zijn, dat stofwisselingsproducten van de schimmel, vooral alcohol, als vergift werken.

Wij hebben de verschillende opinies omtrent de iepenziekte, die op het oogenblik in Europa nog steeds het onderwerp van een hevige discussie vormen hier eenigszins breedvoerig gerefereerd, omdat deze verschillende theoriën voor ons verder onderzoek een leidraad kunnen vormen.

Veel meer analogiën met onze topsterfte in de koffie vertoont een andere, in Holland kort geleden zeer nauwkeurig bestudeerde ziekte, eene verwelkingsziekte der kersenboomen, die in de Betuwe optreedt. Deze ziekte werd door J. A. H. VAN DER MEER beschreven en onderzocht.

De uiterlijke symptomen komen opvallend overeen met onze ziekte. De analogie gaat zelfs zoo ver, dat ook bij kersenboomen dezelfde eenzijdige verwelkingsverschijnselen afgebeeld worden, die wij zooeven beschreven hebben. Men vergelijke de op tabel VII fig. 1 gegeven afbeelding met onze foto's.

Is men het over de oorzaak der iepenziekte feitelijk nog niet eens door het onderzoek over de verwelkingsziekte der kersen heeft Mejuffrouw VAN DER MEER met alle mogelijke nauwkeurigheid zeker kunnen aantoonen, en microscopisch, en door het maken van reïncultures en infectieproeven, dat wij hier met eene tracheomycose te doen hebben. De schuldige schimmel behoort tot het geslacht *Verticillium*. Door zorgvuldige infectieproeven kon aangetoond worden, dat deze schimmel, die ook op talrijke kruidachtige en andere houtige gewassen voorkomt, in de natuur waarschijnlijk door den wortel in de plant binnendringt. De bestrijding wordt erg moeilijk, omdat de schimmel ook in staat is in den grond saprophytisch te leven.

6. MICROSCOPISCH ONDERZOEK.

Na alles wat ons bekend was over tracheomycosen en nadat ons physiologische overwegingen tot de conclusie gebracht hadden, dat de waarschijnlijkheid groot was, dat de topsterfte eene tracheomycose zou zijn, begonnen wij ons onderzoek met het maken van microscopische preparaten van het hout van boomen, welke in de verschillende ziektestadia verkeerden.

Wij kunnen het resultaat van ons onderzoek vooropstellen :

Wij vonden in het binnenste van de houtvaten van iederen onderzochten zieken boom steeds draden van een schimmel, terwijl bij gezonde boomen nooit schimmeldraden konden aangetoond worden. Deze schimmeldraden waren ook bijna steeds aanwezig bij boomen, die in het allereerste stadium verkeerden, waar alleen de asymmetrische ontwikkeling en de andere symptomen er op wezen, dat de boomen ziek waren en waar nog geen enkele tak instervingsverschijnselen vertoonde.

Aangezien dit feit het uitgangspunt vormt van alle genomen en nog te nemen proeven en van onze verdere overwegingen, achten wij het van belang, dat de beteekenis van de schimmel in samenhang met de plaats, waar zij groeit, ook door de planters goed begrepen wordt. Om echter een helder inzicht te verkrijgen in de storingen der normale levensfuncties, welke deze parasiet veroorzaakt, is het eerst noodig, dat wij ons een duidelijk beeld vormen van den bouw en de functies der verschillende cellen, waaruit het hout van een koffieboom is opgebouwd. Wij lassen daarom — speciaal voor de planters — hier een klein hoofdstuk in over den anatomischen bouw en de functies der cellen, waaruit het hout van een koffieboom bestaat.

Wij veronderstellen als bekend het feit, dat de cel-elementen, waaruit het hout is opgebouwd, ontstaan zijn door deeling van de cambiumcellen. Het cambium, dat als een cylindermantel van levend weefsel zich op de grens van bast en hout bevindt, vormt voortdurend nieuwe cellen naar binnen en naar buiten. De deeling der cellen vindt plaats door tangentiale wanden. Van de ontstane cellen blijft de eene cambiumcel, terwijl de andere omgevormd wordt. De buitenste cellen worden tot bast-, de binnenste tot houtcellen.

Wij zullen ons hier uit den aard der zaak beperken tot de bespreking der cellen, die tot houtcellen worden. Wij kunnen, om de veranderingen, die de cellen van het hout ondergaan hebben, te bestudeeren, twee verschillende methoden toepassen. Wij kunnen namelijk door koken met chemicaliën als b.v. kaliumchloraat of salpeterzuur, welke de intercellulaire substantie oplossen, de enkele cellen uit haar verband losmaken. Wij hebben het door STRASBURGER beschreven procédé van SCHULZE toegepast. In een reageerbuis worden stukjes chloorzure kali met zooveel salpeterzuur overgoten, totdat zij volledig bedekt zijn. In dit glas brengen wij dan niet te dunne lengtecoupes van het hout en verwarmen voorzichtig totdat een flinke gasontwikkeling optreedt. Dan laten wij het reagens gedurende eenige minuten inwerken en gieten dan den inhoud in een groote, met water gevulde glazen schaal. De witte stukjes hout worden dan op een voorwerpglas gebracht, verder gekneusd en kunnen dan door een dekglas bedekt worden. Wij noemen dit procédé maceratie. Wij krijgen zoodcende een witte massa van losse cellen, die wij direct onder het microscoop kunnen bekijken. Of wij kunnen met een scheermes dwars- en lengte-coupes door het hout maken, waarop wij de verschillende elementen in hun samenhang duidelijk kunnen herkennen. Om een duidelijk begrip van de samenstelling van een houtsoort te verkrijgen, doen wij goed om beide procédés te gebruiken.

Als wij nu een op de een of andere wijze gemaakt microscopisch preparaat bekijken, zien wij, dat het hout van een koffieboom samengesteld is uit drie verschillende soorten cellen, die alle oorspronkelijk ontstaan zijn uit cambiumcellen, welke cellen echter zeer karakteristieke veranderingen hebben ondergaan. Wij kunnen onderscheiden (zie platen VII tot IX):

1. De houtparenchym-cellen of levende cellen van het hout. Het zijn cellen met een levenden inhoud, die zich van de cambiumcellen alleen onderscheiden door haar dikkere celmembranen. De verdikkingen zijn echter onregelmatig, er blijven steeds onverdikte plaatsen over, die een soort kanalen vormen; wij noemen deze kanalen stippels en wij kunnen constateeren, dat de stippels van een cel in direct contact staan met de stippels van een aangrenzende cel (de levende cellen hebben wij in alle figuren met de letters Hpa gekenmerkt).

De houtvezels. De houtvezels zijn langgerekte, spoelvormige cellen, die van een dikke verhoude membraan voorzien zijn. De inhoud is meestal afgestorven en bestaat uit lucht. Op een dwarscoupe zien wij duidelijk de sterk verdikte membranen en de kleine celholten. (De houtvezels zijn in alle figuren met de letters Hve gekenmerkt).

3. De houtvaten zijn feitelijk heele reeksen van met elkaar versmolten cellen. De cellen, waaruit de houtvaten zijn samengesteld, zijn veel wijder dan de andere cellen, de membranen zijn daarentegen dun en verhout. De inhoud van de cellen sterft vroeg af. De tusschenschotten tusschen de cellen, welke een vat vormen, zijn doorboord. Wij zien verder op de cellen zeer karakteristieke stippels, de z.g. hofstippels, die echter bij koffiehout soms onduidelijk zijn. Daar, waar een houtvat aan een parenchymcel grenst, zien wij de stippels met elkaar in contact. Wij hebben de karakteristieke houtvaten van het koffiehout in alle figuren met de letters Hva gekenmerkt.

Bij sommige houtsoorten vallen ons de houtvaten op dwarsdoorsneden al met het bloote oog op, b.v. bij djatihout; koffiehout is echter zeer fijn gebouwd en wij hebben een sterke loupe noodig om op een snijvlak de openingen te herkennen (men vergelijke in het werk van L. G. DEN BERGER afb. 115 met afb. 120).

Afgezien van echte houtvaten vinden wij in het koffiehout nog op sommige plaatsen, b.v. in het oudste hout, zoogenaamde tracheïden. Dat zijn ook verhoutte cellen met een wijde celholte, die echter geen doorboorde tusschenschotten hebben en waarvan de wanden spiraalvormig verdikt zijn. Wij zullen later zien, dat dergelijke tracheïden ook in de vaatbundels der bladeren voorkomen.

Om nu de pathologische veranderingen, die een gevolg zijn van een tracheomycose te begrijpen, moeten wij ons eerst rekenschap geven van de functies, welke deze drie soorten cellen in de normale plant uitoefenen. Deze functies kunnen wij als volgt omschrijven.

1. De houtparenchymcellen vormen, evenals de levende cellen van het merg en van de mergstralen (in de figuren met de letters Mst aangegeven), een groot reservoir van voedsel. De reservevoedingsstoffen, voornamelijk koolhydraten, zijn in den vorm van zetmeelkorrels aanwezig en kunnen in onze microscopische preparaten gemakkelijk aangetoond worden. Maar ook macroscopisch kunnen wij ons van de aanwezigheid van zetmeel overtuigen; als wij namelijk een paar druppels van een Jodiumoplossing op het hout van een verscheidene doorgezaagden koffieboom brengen, zien wij bijna onmiddellijk eene duidelijke zwarte verkleuring.

2. De houtvezels zijn als het ware de skeletdeelen van een koffieboom. Met hun dikke wanden zorgen zij voor de stevigheid en geringe buigzaamheid. Het koffiehout, dat een van de hardste houtsoorten is, is gekarakteriseerd door een zeer groot aantal houtvezels.

3. De houtvaten dienen voor de geleiding van het water, dat door de wortels uit den grond wordt opgenomen. Het zijn nergens onderbroken buizen, die van de wortels tot aan de uiteinden van den stam en van de takken overal in contact staan met elkaar, en met de uiteinden van het systeem der waterleiding, de tracheïden. De waterkolommen zijn, zooals men nu meestal veronderstelt, continu, d.w.z. nergens door luchtbellen onderbroken. Op de netelige kwestie, welke krachten bij het opstijgen van het water een rol spelen, behoeven wij hier niet in te gaan. Wij kunnen er mede volstaan te vermelden, dat de wanden

der houtvaten stippels hebben, die in direct contact met de stippels van de houtparenchymcellen staan, dat dus zeer waarschijnlijk door de dunne membranen stoffen van de houtvaten naar de parenchymcellen en andersom zullen diffunderen. Het sap, dat in de houtvaten getransporteerd wordt, zal aan de meeste planters wel bekend zijn, omdat het bij het stumpen van de boomen op het versch stumpvlak als „bloedingswater” uittreedt. Dit sap is niet anders dan een zeer verdunde oplossing der uit den grond opgenomen minerale zouten. Soms treft men in het bloedingsap ook vrij aanzienlijke hoeveelheden organische stoffen, b.v. suikers, aan.

Op Plaat VII, die geteekend werd naar een gemacereerd preparaat, zien wij de vorm der verschillende elementen, terwijl plaat VIII en IX, voorstellende een dwarscoupe en een radiale lengtecoupe, aantonen moeten, op welke manier deze verschillende elementen in den stam bijeengevoegd zijn.

Als ons dit alles duidelijk geworden is, zullen wij nu ook de volgende afbeeldingen begrijpen en interpreteren kunnen. Om de in de holten der houtvaten groeiende schimmels aan te toonen, hebben wij microscopische coupes gemaakt; bij voorkeur gebruikten wij radiale lengtecoupes. Op Sumatra hebben wij deze coupes direct in glycerine of in chloraalhydraat onderzocht. Wij hebben verder materiaal in alcohol gefixeerd en van dit materiaal in Malang coupes gemaakt, die met de kleurstof „Wollblau” gekleurd werden. Zodoende verkregen wij bijzonder heldere preparaten, waarbij uitsluitend de schimmeldraden en de inhoud van de levende cellen licht blauw gekleurd werden, terwijl de houtvaten en houtvezels kleurloos bleven.

Wij hebben de volgende techniek toegepast: De coupes werden gedeeltelijk met een scheermes, gedeeltelijk met een handmicrotome gemaakt. Zij werden even in glycerine bekeken om te zien of er voldoende aangetaste houtvatenaanwezig waren. Dan kwamen zij even in Eau de Javelle, weer eventjes in melkzuur, hierop gedurende 2 minuten in een oplossing van „Wollblau” in phenol, ten slotte werden zij uitgewassen in een oplossing bestaande uit gelijke deelen phenol, gedestilleerd water, glycerine en melkzuur. Zij bleven in deze oplossing, tot zij slechts heel licht blauw waren. Het onderzoek had plaats in glycerine of glycerine-gelatine.

Op de afbeeldingen van de platen X — XII zijn de schimmeldraden in de houtvaten duidelijk te zien. De draden groeien bijna steeds in de lengterichting, zij zijn 2 — 5 μ breed, hier en daar gesepteerd, soms zien wij duidelijke vertakkingen.

Als wij preparaten, afkomstig van het bovenste gedeelte van een boom bekijken, b.v. van het tweede internodium, zullen wij uitsluitend dit stadium der infectie te zien krijgen, waaraan ik de naam primair stadium zal geven. Wij merken op, dat de schimmeldraden door de doorboringen der tusschenschotten groeien, maar wij zien nooit, dat zij een celwand oplossen, zooals dit bij de allereerste parasitische schimmels het geval is. Zoo is ons ook nooit een geval onder de ooggen gekomen, waarbij een aan een houtvat grenzende levende cel door een schimmeldraad wordt aangetast, ofschoon deze eene gemakkelijk te grijpen

prooi zou vormen en de schimmeldraden alleen maar de dunne membraan der stippels moeten kunnen oplossen om in de levende cel binnen te dringen. Maar zij zijn blijkbaar hiertoe niet in staat (zie Plaat XI).

Ik heb in Sumatra herhaaldelijk overwogen, hoe wij het best het eigenaardige gedrag van deze schimmel tegenover haar voedsterplant kunnen omschrijven.

Pas naderhand heb ik gezien, dat KLEBAHN in zijn publicatie over de *Verticillium*-ziekte van de *Dahlia*'s zich ook al met deze vraag heeft bezig gehouden en dat hij spreekt van een in een levende plant groeiende saprophyt. Deze uitdrukking is een poging om de biologische omstandigheden, waaronder deze schimmel groeit, te karakteriseren. Al zal men tegen deze betiteling ook gegronde bezwaren kunnen hebben — een organisme, dat een ander doodt, is per slot van rekening een parasiet — ik weet op het oogenblik geen beter woord, dat een begrip geeft van de biologie van de zwammen, die tracheomycosen veroorzaken.

Wij hebben nu verder moeite gedaan om na te gaan, hoe ver de schimmeldraden, als wij den top van de plant naderen, kunnen doordringen. Op plaat XII wordt aangetoond, dat wij de draden vervolgen kunnen tot in de uiterste einden der houtvaten, waar een overgang tusschen echte houtvaten en tracheïden gevonden wordt. Maar waar wij de schimmel vonden, daar zagen wij ook steeds, dat echte houtvaten met doorboorde tusschenschotten aanwezig waren, terwijl wij in de tracheïden, b.v. van bladstelen, ook met de zeer gevoelige „Wollblau“-kleuring, nooit de aanwezigheid van draden konden aantoonen.

Het secundaire stadium is gekenmerkt door een geleidelijk afsterven der schimmeldraden. Op een gegeven oogenblik zien wij alleen de membranen der draden, de inhoud is afgestorven. In dit stadium kunnen wij verder eigenaardige bolvormige lichamen in de houtvaten waarnemen, die zeer waarschijnlijk thyllen zijn. Helaas mocht het mij niet gelukken een preparaat te krijgen, waarin het ontstaan der thyllen, die, zooals bekend is, woekeringen der aan de vaten grenzende parenchymcellen zijn, duidelijk te herkennen was, maar het geheele beeld komt absoluut overeen met de afbeeldingen van thyllen, die in elk leerboek van de botanie gevonden worden en ook met de microfoto, die VAN DER MEER in haar publicatie over de tracheomycose (l.c. Tabel XII) gegeven heeft, zoodat twijfel vrijwel uitgesloten is.

In een verder stadium zien wij eene eerst korrelachtige, later echter homogene geel gekleurde massa optreden. De membranen der houtvaten beginnen in dit stadium een gele tint aan te nemen, die hoe langer hoe geprononceerder wordt. Aangezien ik in deze gele massa op Sumatra soms het verschijnsel der Brownsche beweging kon zien, dacht ik eerst aan bacteriën. Maar geen een van de geprobeerde in de bacteriologie gebruikte kleurstoffen gaf een positieve reactie. Ik dacht toen aan wondgom en inderdaad vertoont deze massa alle voor wondgom karakteristieke eigenschappen.

Zij is onoplosbaar in water, absolute alcohol, chloraalhydraat, zoutzuur, aethylaether, zwavelzuur en kaliloog, en lost zich pas zeer langzaam in kokend

salpeterzuur op. Met phloroglucine en zoutzuur krijgen wij een intensieve roode verkleuring, met phenolzoutzuur geen verkleuring (zie MOLISCH, RANDS, VAN DER MEER).

Onze teekeningen op plaat XIII en XIV geven weer den geleidelijken overgang van het primaire tot het tertiaire stadium, terwijl wij in de dwarscoupe (plaat XIV fig. 2) zoowel houtvaten met dwars doorsneden schimmeldraden, als geheel door wondgom verstopte houtvaten zien.

Herhaaldelijk hebben wij moeite gedaan om ons een idee te vormen over de verdeling der primaire en der secundaire stadia over de geheele plant en hebben verder gepoogd om door microscopisch onderzoek na te gaan, op welke plaats de schimmeldraden in de koffieplant binnendringen. Deze laatste vraag op te lossen is ons niet gelukt. Nooit zagen wij, zooals dit b.v. KLEBAHN kon aantoonen, schimmeldraden buiten de houtvaten treden. Wij konden alleen vaststellen, dat in alle onderzochte wortels geen draden konden aangetoond worden en ook geen secundaire of tertiaire stadia. In de zijtakken laten zich de schimmeldraden een eind ver vervolgen, terwijl wij in bladstelen en in de vaatbundels der bladeren er te vergeefs naar gezocht hebben.

Verder hebben wij verschillende boomen in segmenten van 10 cm lengte verdeeld en in elk der segmenten stelselmatig op coupes naar schimmeldraden en naar de secundaire en tertiaire stadia gezocht. Wij kregen bij dit onderzoek den algemeenen indruk, dat de meeste schimmeldraden gevonden worden, vlak onder den top, terwijl basaalwaarts meer secundaire en tertiaire stadia gevonden worden. Een kwantitatief onderzoek, dat feitelijk alleen opheldering kan geven over de verdeling der infectie, stuit echter op groote moeilijkheden, aangezien het koffiehout uit bijzonder kleine celementen is samengesteld. De fijne bouw is b.v. duidelijk zichtbaar, als wij in den bekenden atlas van DEN BERGER de microphoto van een dwarscoupe vergelijken met die van een andere Rubiaceae, b.v. van Djati (*Tectona grandis*), waar de wijdere houtvaten ons dadelijk opvallen, terwijl wij bij koffie bijna een loupe noodig hebben om ze te zien.

Om ons eenigszins een begrip te kunnen vormen of er een mogelijkheid bestaat, om een kwantitatief onderzoek naar de verdeling der schimmeldraden in de houtvaten van een jongen boom te entameeren, hebben wij het aantal houtvaten berekend, dat wij op een dwarsdoorsnede door een stam van een doorsnede van 4 cm te zien krijgen. Als uitgangspunt gebruikten wij een vierkant met een zijlengte van 0.8 mm, dat microscopisch onderzocht werd. Het resultaat van onze berekeningen was, dat er niet minder dan ≈ 76.000 houtvaten doorgesneden worden, als wij het bedoelde stamstuk van 4 cm doorsnede dwars doorkappen. Dit getal is wel voldoende om aan te toonen, dat het verzamelen van nauwkeurige gegevens hier op onoverkomelijke moeilijkheden stuit, en dat wij er mee moeten volstaan om eenigszins lukraak op verschillende hoogten van een boom monsters te nemen en van deze monsters lengtecoupes te maken.

7. EENIGE CONCLUSIES.

Nadat wij de topsterfte als eene typische tracheomycose hebben herkend, is het natuurlijk onze voornaamste taak om de schimmel, die wij geregeld in de houtvaten aantreffen, te isoleeren, reïncultures er van te maken, en, als dit mogelijk is, in een kunstmatige infectieproef de condities in de natuur zoo getrouw mogelijk na te bootsen.

De eerste stappen in deze richting zijn gedaan; in het volgende hoofdstuk zal over dit gedeelte van ons onderzoek verslag worden gegeven. Nu al moeten wij echter voorop stellen, dat wij alsnog geen beslissende conclusie over de soort schimmel, welke in de houtvaten voorkomt, kunnen trekken, en vooral, dat wij tot nu toe er nog niet in geslaagd zijn om door gelukte infectieproeven te kunnen aantonen, welke bepaalde schimmelsoort als de verwekker van deze ziekte moet beschouwd worden.

De alsnog te overwinnen moeilijkheden zullen in het volgende hoofdstuk besproken worden. Wij zullen daar tot de conclusie komen, dat de vragen, die zich nu voordoen, misschien binnen korten tijd kunnen opgelost worden, maar dat het geenszins uitgesloten is, dat wij maanden zullen noodig hebben om omtrent de systematische positie van de schimmel zekerheid te verkrijgen.

Wij zullen daarom hier de argumenten, die voor onze verklaring der ziekte als een infectieuze tracheomycose pleiten, samenvatten en onder drie rubrieken rangschikken.

- a. De op ons microscopisch onderzoek gebaseerde physiologische verklaring der ziekte-verschijnselen.
- b. de analogie met andere tracheomycosen, vooral met de tracheomycose der kersenboomen.
- c. het locale optreden der ziekte die zich blijkbaar van bepaalde centra uit verspreid heeft, welk optreden op zich zelf voor het infectieuze karakter der ziekte pleit.

a. *Physiologische verklaring.* Bij de beschrijving der uiterlijke symptomen hebben wij er op gewezen, dat de ziekte begint met een groeistagnatie van de takken aan eene zijde van den boom.

Bovendien vonden wij in de houtvaten bijna altijd schimmeldraden. De aanwezigheid van hyphen binnen de houtvaten vormt o.i. een verklaring van de groeistagnatie, al laten wij hier in het midden, hoe deze tot stand komt. De schimmel kan op verschillende wijze den groei belemmeren.

1. Door het verbruiken van voor de plant bestemde voedingszouten uit de sappen in de houtvaten.
2. Door afscheiding van toxische producten.
3. Door *vermindering* van den watertoevoer aan de hooger gelegen plantendeelen.

Wij zouden nu verder kunnen gaan en een onderzoek kunnen instellen om uit te maken, of misschien aan dien kant van den boom, waar de takken steeds korter zijn, meer draden in de houtvaten gevonden worden dan aan den anderen kant. Dit kwantitatieve onderzoek zou echter om de al reeds gememoreerde redenen zeer tijdroovend zijn.

Het tweede stadium is gekenmerkt door verdrogingsverschijnselen. Eene verdorring kan, zooals wij in het vierde hoofdstuk al hebben aangetoond, verklaard worden door het feit, dat de banen, waarlangs het bodemwater naar den top geleid wordt, ergens onderbroken worden. Nu zien wij in het microscopisch gevonden secundaire en tertiaire stadium eerst thyllen en later wondgom de houtvaten verstoppen, waardoor de geleiding van het water onderbroken wordt. Deze verstopping wordt, naar gelang wij oudere gevallen onderzoeken, steeds veelvuldiger gevonden en verklaart ons geheel afdoende de verdoringsverschijnselen.

Wij zien dus een duidelijken causalen samenhang tusschen de uiterlijke symptomen en de door de schimmel gestoorde functies der houtvaten, reden waarom ons de werkhypothese, dat de in de vaten groeiende schimmel als oorzaak der topsterfte te beschouwen is, het meest waarschijnlijk voorkomt, te meer omdat wij in de allerjongste ziektestadia, waar nog geen enkel verrottingsproces geconstateerd wordt, steeds en steeds weer met alle duidelijkheid schimmeldraden kunnen aantoonen.

b. De analogie met andere tracheomycosen. Op deze plaats zullen wij niet meer terugkomen op de iepenziekte, aangezien geen der vele onderzoekers, die zich met deze ziekte heeft bezig gehouden, duidelijke microscopische preparaten gekregen heeft. Wij mogen echter niet nalaten op de analogiën met de door VAN DER MEER onderzochte tracheomycose der kersenboomen in de Betuwe te wijzen. Ik zal de waarnemingen van VAN DER MEER naast onze eigen observaties van de koffieboomen stellen.

Tracheomycose der kersenboomen.

Topsterfte bij koffie,

a. Uiterlijke symptomen.

De ziekte begint bij boomen, die absoluut gezond waren.

Hetzelfde is ook bij koffie het geval. Men lette op de gezonde ondertakken der op onze foto's gereproduceerde boomen.

Heel vaak is de aantasting eenzijdig.

Ook bij koffie is dit het geval. Alleen is hier de eenzijdige aantasting, omdat wij met een monopodiaal opgebouwden boom te doen hebben, nog veel duidelijker.

De aangetaste takken beginnen hun bladeren aan de basis te verliezen, terwijl de topbladeren, soms in verwelkten toestand, nog lang blijven staan.

Hetzelfde is bij koffie het geval. Zie onze foto's.

b. Inwendige verschijnselen.

Bruine verkleuring in het hout van takken, stam en wortel.

De bruine verkleuring is alleen bij oudere gevallen in het hout duidelijk zichtbaar, in de wortels kan zij niet geconstateerd worden.

c. Microscopisch beeld.

Uitsluitend in de houtvaten werden schimmeldraden gevonden. In een stadium, niet tegelijk met de schimmeldraden, werden thyllen en later wondgomvorming geconstateerd.

Hetgeen wij als primair, secundair en tertiair stadium in onze microscopische coupes zien, komt geheel overeen met de beschrijving van VAN DER MEER.

Wij zien dus, dat de twee ziekten, wat de belangrijkste punten betreft, in haar uiterlijke verschijnselen en in de inwendige veranderingen goed overeenkomen. Bij de kersenziekte heeft VAN DER MEER kunnen constateeren, dat de ziekte eene door *Verticillium* veroorzaakte tracheomycose of m.a.w. eene verticilliose is. Uitdrukkelijk wil ik echter bemerken, dat, al is ook onze ziekte een tracheomycose, wij daarom nog niet bij voorbaat behoeven te veronderstellen, dat zij door een *Verticillium* veroorzaakt moet zijn. Van uit een algemeen gezichtspunt van nomenclatuur vind ik het trouwens beter om de twee begrippen tracheomycose en verticilliose duidelijk te onderscheiden, zooals dit b.v. WOLLENWEBER gedaan heeft, die duidelijk deed uitkomen, dat bij verre na niet alle tracheomycosen door *Verticillium* veroorzaakt worden, maar dat b.v. *Fusarium*-soorten vaak dezelfde verschijnselen kunnen te weeg brengen.

c. Het lokaal begrensde optreden der topsterfte.

De ondernemingen, waar wij de topsterfte vooral bestudeerd hebben liggen op de hellingen der vulkanen Boekit Klam, Boekit Kaba en Dempo en op de hoogvlakte van Pasoemah. Maar op onze reizen in het grensgebied der residenties Benkoelen en Palembang hebben wij niet verzuimd ook steeds weer de Inlandsche tuinen te bezichtigen. In het geheele door ons bereisde gebied konden wij soms in sterke, soms in minder sterke mate, de aanwezigheid van topsterfte constateeren. In de Inlandsche tuinen, die vaak doorgeschoten en dichtgeplant zijn, is het zeer gemakkelijk om al op een afstand de kale, uitstekende toppen te herkennen. Op onze terugreis brachten wij een vluchtig bezoek aan de streek van het Ranaumeer, waar eene florissante Inlandsche robustacultuur gedreven wordt en waar een groote Europeesche koffieonderneming geopend wordt. Hier hebben wij tevergeefs naar topsterfte gezocht en op onze vragen kregen wij steeds ook van personen, aan wie wij typische foto's lieten zien, ontkenkende antwoorden.

Het was voor ons verder van belang om te weten te komen of de in de Residentie Padang gelegen koffiiecentra al besmet waren. Wij verzochten daarom Prof. DE BUSSY, die op zijn reis door Sumatra, na ons te Soeban Ajam bezocht te hebben, naar Padang ging, om daar bij het bezichtigen van koffiie-ondernemingen zijn aandacht aan deze ziekte te schenken. Prof. DE BUSSY, aan wien wij de uiterlijke symptomen toonden, schreef ons, dat hij nòch in het eigenlijke Korintji, nòch bij Moeara Laboe er iets van ontdekken kon. Ook in de Ophir districten, Tapanoeli en Deli had men niets van bedoelden aard waargenomen. Van den Heer SIEWERTS VAN REESEMA, landbouwkundig adviseur der Cultuur Mij. de Vorstenlanden, die ook na een bezoek aan Soeban Ajam, zijn reis door Sumatra voortzette, ontvingen wij een gelijkkluidend bericht, betrekking hebbende op het Moeara Laboesche, de Westkust en Tapanoeli. Ook op deze plaats dank ik onze berichtgevers voor hunne inlichtingen.

Op Java hebben wij de ziekte, die wij nu duidelijk herkennen kunnen, noch voor, noch na ons verblijf op Sumatra gezien *).

Het zou verder van groot belang zijn, om te weten te komen sedert wanneer de topsterfte in de geteisterde streek voorkwam. Zooals reeds in de inleiding werd gememoreerd, dateeren de eerste berichten van 1926. Wij hebben op Sumatra veel moeite gedaan en iedereen, die langer in de koffiiecultuur werkzaam was, ondervraagd. De opinie luidde unaniem, dat zich vroeger wel eens een enkel geval had voorgedaan, maar dat de toestand in de laatste jaren zeker erger geworden was. Overdreven waarde mogen wij aan deze getuigenissen echter niet hechten, zoolang wij niet over observaties beschikken, die door deskundigen gemaakt zijn. O.i. zou het daaron aanbeveling verdienen, dat de in dit ressort vertoevende landbouwleeraren nauwkeurige inlichtingen over de geographische verspreiding der ziekte inwonnen, b.v. waar de grens van het optreden der ziekte is, waaromtrent wij nog geen gegevens ter beschikking hebben. Eene eventueele uitbreiding dient echter o.i. nauwkeurig nagegaan te worden.

Zijn er andere plausibele verklaringen voor de eigenaardige geographische verspreiding ? Wij weten er geen enkele. Uitputting van den grond speelt zeker geen rol, omdat de ziekte zoowel in de oudste tuinen, als ook in de jonge, op maagdelijken boschgrond geplante complexen voorkomt. De agrogeologische samenstelling speelt wellicht ook geen rol. Wij vinden zieke boomen, zoowel op de oude roode gronden van de Pasoemahvlakte, als op de min of meer jongvulcanische gronden van Dempo en Kaba. Wij zullen later nog in een anderen samenhang dieper op een speciaal geval ingaan. De eenige, plausibele verklaring van de eigenaardige verspreiding der ziekte is o.i., dat de ziekte van infectieusen aard is, dat een misschien in de natuur ergens voorkomende schimmel in een bepaald centrum op de koffiie is overgegaan en dat van daar uit een verdere verspreiding heeft plaats gehad. Zoo lang wij nog niet weten, waar de in de houtvaten groeiende schimmel in de natuur zijn sporen vormt, kan deze verklaring natuurlijk niets anders zijn dan eene werkhypothese, die wij echter op het oogenblik noodig hebben en die ons uiterst waarschijnlijk voorkomt.

*) . Zie Naschrift.

In dezen samenhang moeten wij even de kwestie bespreken of er misschien beschrijvingen uit andere koffieverbouwende landen bestaan, die er op wijzen, dat daar dezelfde ziekte voorkomt. Wij vermoeden, dat dit niet het geval is. Wij zullen echter alle gegevens, die wij in de literatuur gevonden hebben, hier samenstellen.

In een refereerend artikel in de *Philippine Agricultural Review* wordt door de schrijvers N. G. TEODORO en E. T. GOMEZ over eene „die back”-ziekte gesproken. Het artikel werd in de „Indische Culturen” vertaald overgenomen. Toen wij het lazen, dachten wij eerst, dat misschien op de Philippijnen eene soortgelijke ziekte zou voorkomen. Dr. MENDIOLA van het Departement van Landbouw van Manilla heeft ons echter verzekerd, dat dit niet het geval is en dat de opgaven in de compilatie van TEODORO en GOMEZ overgenomen zijn uit de beschrijving, die W. SMALL van de „Die back”-ziekte van *Coffea arabica* in Uganda gegeven heeft.

Om het verschil tusschen de Afrikaansche „die back”-ziekte met de Sumatraansche topsterfte duidelijk te maken, zal ik eene uitvoerige beschrijving, die Mc. DONALD op de „Technical conference of the East Africa dependences” er van gegeven heeft, hier woordelijk citeeren :

„This short statement deals with coffee dieback as met with in this part of East Africa and is submitted in response to the request of the Government of Nyasaland for information on the subject. Much of what is known of the malady in these parts is due to the work of Dr. SMALL, lately Mycologist in Uganda, who began investigations on dieback at least as long ago as 1915. Experience has shown, however, that there are few, if any, differences between the problem presented in Uganda and that in Kenya.

The common form of dieback of coffee is characterised by the blackening and drying up of the primary braches from their tips downwards. In bad cases the trouble may even extend to the main stem. As the dessication of the braches proceeds, their leaves and berries are naturally involved and also become brown and dried-up. Eventually such affected branches become reduced, by the shedding of the leaves and berries, to bare brittle sticks. In severe cases, the whole bush may be affected, but the commonest condition is that in which the apical branches and those in the lower half of the bush remain healthy while there is an intermediate zone affected with dieback.

Dieback represents a state of exhaustion and indicates that the affected bush has undergone an excessive strain of some sort. It is never directly due to attack by parasitic agencies, although it may follow as the aftermath of such attack. Any factor which puts a severe strain on a coffee bush may, therefore, cause dieback of the branches and, in practice, several influences, either single or in combinations, are known to be able to do this. Overbearing, at least in Kenya, is the commonest cause of the malady and is the one chiefly responsible for the condition already mentioned in which there are upper and lower regions of healthy branches and an intermediate dessicated zone. The explanation of this appears to be somewhat as follows. The youngest primaries situated near the apex of the bush have not yet reached the bearing stage, and have, therefore, not been subjected to the strain involved in maturing a crop. Those at the base, although they may be carrying a heavy load of berries, have had time to produce a system of secondary and tertiary branches to assist in the work of providing the food materials necessary to the development of the crop. The intermediate branches below the apical zone, while just old enough to come into bearing, have not the advantage of such secondary and tertiary growth so that, if the crop is sufficiently heavy, the strain proves to great and dieback results.

Two parasitic influences which are frequently important as indirect causes of dieback are severe attacks of leaf disease (*Hemileia vastatrix*) and *Thrips*. These cause extensive defoliation, and unless special measures, such as heavy manuring, are taken to assist the recovery of the affected bush, dieback invariably follows. In districts where leaf disease is prevalent a bush which is bearing a heavy crop succumbs much more readily to the disease than one which is not, so that the strain of overbearing is considerably accentuated by attack by the fungus and subsequent dieback is rendered the more certain. Insufficient rainfall may in itself be a cause of dieback but it is more usually only a contributory factor, although frequently an important one. Neglect of proper cultivation has a similar effect by depleting the soil of moisture and also by preventing proper soil aeration. This is well seen in the extreme case of a derelict plantation, containing rank growths of weeds; in such places the bushes are invariably badly affected with dieback. Any circumstance which prevents the proper development of the root system, such as faulty planting or the presence of hard pan, may also lead to dieback.

It has been stated in the foregoing that dieback is never directly due to parasitic agencies. Many diseases and pests may, of course, cause the death of branches which they attack but the effect of such direct parasitism is confined in general to the parts attacked and the phenomena observed belong to a different category from those characteristic of true dieback. *Thrips* has been mentioned as a cause of severe defoliation leading to dieback; when, however, these insects suck the juices from young branches the parts affected are killed as the direct result of such attack and their deaths are not due in any way to a general strain thrown on the bush as a whole. Certain fungi, notably *Colletotrichum coffeanum* and a species of *Phoma*, are almost invariably present on twigs which have succumbed to dieback; they become established on such twigs after the event, however, and are not the original cause of it. These fungi exist quite harmlessly and in considerable amount in every coffee plantation, as is shown by the fact that one or other may be confidently expected to develop on any perfectly healthy coffee twig brought into the laboratory and merely kept in a moist chamber for a few days. Only two cases have been observed in six years in which it seemed at all probable that *Colletotrichum coffeanum* had become parasitic on coffee branches in this country and in both these cases there were special conditions favouring the fungus. In these instances the attack occurred on isolated twigs and the branches died not from their tips but from the actual point of attack. The name anthracnose is better suited to this disease than „dieback”, to which actually it bears no relation.

One other malady which may be confused with dieback should also be mentioned. This is known in Kenya as „black tip”, and occurs almost exclusively at altitudes above 6,000 feet. It appears to be due in part to the scorching effect of the sun's rays acting through drops of rain or dew and in part to too rapid changes of temperature in the plantation. The operation of these factors causes the deaths of the main growing points of the branches and the consequent stimulation into activity of numerous auxiliary buds, so that the production of a bushy growth of secondary shoots behind the tips of the primaries results. The actual killing of the tissues is confined to the ends of the branches, and once the difference is realised there is no difficulty in distinguishing between black tip and dieback proper”.

In de discussie werd het volgende te berde gebracht :

„Mr. RITCHIE said that in his experience, dieback was less frequent if the long top or multiple stem system was adopted, i.e., when the balance between crop and foliage is more evenly maintained.

Mr. TRENCH observed that dieback was the result of a combination of causes. Pruning on the single stem requires expert knowledge, and dieback may be caused by bad pruning. The multiple stem system does not require so much pruning, and so is probably to be recommended in order to minimize the incidence of dieback.

In reply to Mr. RITCHIE, Mr. TRENCH stated that dieback was not usually serious at the higher altitudes, where growth is sturdy and crops not very heavy”.

Uit dit citaat blijkt o.i. voldoende duidelijk, dat wij in Afrika met een ander geval te doen hebben, ten eerste, omdat de uiterlijke verschijnselen andere zijn, er is nl. ginds sprake van een *t a k k e n s t e r f t e*, en ten tweede, omdat alle auteurs het er over eens zijn, dat overdracht, droogte en cultuurfouten als oorzaak een rol spelen, terwijl ik mij op Sumatra telkens weer er van kon overtuigen, dat deze factoren als directe oorzaak niet in aanmerking komen.

Hetzelfde is ook het geval met de in Britsch-Indië voorkomende „Nilgiri twig disease”, waarvan BUTLER de volgende beschrijving geeft :

„The attack begins near the tips of the twigs and usually spreads backwards to a limited extent only. In full-grown bushes, it commences on the primary branches here and there indiscriminately throughout the bush, killing off the secondary twigs on each attacked branch, except those towards the base, but not usually killing the entire branch. In young bushes, on the other hand, it commences on the *lower* primary branches, and as the bush increases in size, the *lower primaries die off*. When the disease was at its height, it became quite difficult to raise a healthy young plant.

The attacked branches are covered with corky bark higher up and more irregularly than usual. Their leaves early fall, and soon new shoots are put out from the leaf axils to replace the lost foliage. These bear small leaves, which are often pale and crumpled; eventually they die back in turn. The leaves and berries are sometimes directly infected, the former showing brown patches along the margins, while the berries are marked by deep purple, sunken spots. The effect on the crop is most destructive. The berries on the attacked branches generally drop off, those remaining being rarely larger than a pea. The loss in affected blocks sometimes exceeds half the crop”.

De bekende Britsch-Indische mycoloog Dr. VANKATO RAU, die ons bezocht en aan wien wij onze foto's lieten zien, dacht echter eene soortgelijke ziekte in Mysore gezien te hebben. Maar ook in dat geval was er volgens RAU sprake van een heviger optreden als gevolg van overdracht, hetgeen weer niet overeenkomt met onze observaties in Sumatra.

Samenvattend kunnen wij dus zeggen, dat al onze argumenten voor de werkhypothese pleiten, dat de topsterfte eene tracheomycose is, dus eene schimmelziekte van infectieusen aard. Aangezien wij bij al onze onderzoeken nooit geïnfecteerde of ziek uitziende wortels vonden, is *voorloopig* de veronderstelling, dat de infectie boven den grond plaats heeft, gemotiveerd.

8. DE VERMOEDELIJKE VERWEKKER DER ZIEKTE; INFECTIEPROEVEN.

Zooals reeds vermeld is vonden wij in de houtvaten van de door topsterfte aangetaste planten uitsluitend het mycelium van een schimmel, nooit ontmoetten wij sporen. Om echter de zeer belangrijke vraag tot welke soort de ziekteverwekker behoort te kunnen oplossen, moeten wij pogingen in het werk stellen om de zwam in cultuur te brengen en haar daar op de een of andere manier dwingen voortplantingsorganen te vormen. Een verdere stap is dan de infectieproef. Slagen wij er in om door kunstmatige infecties, op gezonde planten,

dezelfde verschijnselen te verwekken, welke wij in de vrije natuur ontmoetten, dan hebben wij zekerheid verkregen, dat inderdaad de door ons uit het zieke materiaal geïsoleerde zwam de ziekteverwekker is. De zekerheid wordt absoluut, als wij dan verder uit de geïnfecteerde planten dezelfde schimmel opnieuw kunnen isoleren.

In ons speciaal geval kunnen wij, nadat wij microscopisch met zekerheid konden vaststellen, dat de schimmeldraden in de houtvaten groeien, er mee volstaan om alleen ziek hout als uitgangspunt voor onze cultures te kiezen. Aangezien verder in verrottend hout dadelijk eene bonte flora van secundaire saprophytische schimmels pleegt op te treden, zijn wij vooral tegen het einde van ons onderzoek uitsluitend uitgegaan van boomen, die alleen door hun asymmetrie de aanwezigheid van een parasitaire zwam lieten vermoeden en die nog geen verdoringsverschijnselen vertoonden.

Wij sneden stamstukken uit. Door uiterlijk flambeeren hebben wij gepoogd, eventueel aan den buitenkant aanwezige, sporen te doodèn, dan sneden wij met een geflambeerd mes zoo zuiver mogelijk stukjes hout uit en brachten deze op onze, volgens de regels der bacteriologie gesteriliseerde voedingsbodems.

Bij de keuze van onze voedingsbodems hebben wij van de elders opgedane ervaringen geprofiteerd en zooveel mogelijk de condities waaronder de zwam in de natuur groeit, nagebootst. Veel succes hadden wij met een voedingsbodem van de volgende samenstelling:

Sap van bananen

3 to 4% agar

Hierbij werd gevoegd een uittreksel van koffiepulp, totdat de voedingsbodem eene bruine kleur verkreeg. Soms werd er ook een afkooksel van koffietakken en koffiehout bij gevoegd.

Verder zijn wij uitgegaan van de overweging, dat de schimmel in de natuur groeit in het opstijgende sap van een koffieboom; wij echter bloedingssap van koffie moeilijk in voldoende hoeveelheden kan verkregen worden, hebben wij naar andere plantensappen gezocht, waarvan gemakkelijk grootere kwanta ter beschikking staan. In de nabijheid van de onderneming, waar wij werkten, was een klein arensuikerbedrijf, waarvan wij versch arensap haalden. Verder hebben wij in het oerbosch lianen laten kappen, waaruit, zooals aan ieder woudlooper bekend is, direct na het aansnijden groote hoeveelheden sap uitvloeien. Het arensap werd, omdat het in den natuurlijken toestand te veel koolhydraten bevat, eerst sterk verdund en dan gesteriliseerd, lianensap werd als zoodanig, als vloeibare voedingsbodem, en als vaste voedingsbodem met 3% agar geprobeerd. In deze voedingsbodems brachten wij de, op de boven beschreven manier uitgesneden, houtstukjes. Er wilde eerst heelemaal niets groeien, noch bacteriën, noch schimmels. De arensap-voedingsbodem was dan ook na 1½ maand absoluut steriel gebleven. Anders gedroegen zich de culturen in lianen-sap. Hier was in de eerste weken ook geen succes te zien, alleen in twee reageerbuizen trad, pas na ongeveer 6 weken, zeer duidelijk een schimmel op, wier draden van uit de houtstukjes in het vloeibare milieu groeiden. Het sap bleef helder, eene ver-

roebeling door bacteriën trad niet op. Helaas moesten wij toen onze werkzaamheden onderbreken en konden daarom de bewuste schimmels niet verder doorkweeken. Wij zullen echter niet nalaten om bij een nieuw bezoek aan Sumatra verder in deze richting te zoeken.

Op de eerst genoemde voedingsbodems trad in de meeste gevallen na 3 of 4 dagen schimmelgroei op. Aangezien echter dadelijk bij onze eerste pogingen bleek, dat uit de houtstukken, die alle van één boom afkomstig waren, niettegenstaande alle voorzorgsmaatregelen om buiten of in de bast aanwezige sporen niet mee te slepen, meerdere schimmels te voorschijn kwamen, werd besloten om in de toekomst als uitgangspunt van onze onderzoeken vele boomen te nemen en na te gaan, welke schimmelsoorten telkens en telkens weer te voorschijn zouden komen. Door herhaaldelijk overenten hebben wij geprobeerd reïncultures van de verschillende soorten te krijgen. Aangezien in de uitgangscultures bijna nooit sporen gevormd werden, moesten wij in het begin uitgaan van myceliumdraden. Als voedingsbodem voor de overgeënte schimmels hebben wij, naast de genoemde pisang-koffieschillen-agar, vooral gesteriliseerde koffietakken gebruikt, die overlangs gespleten waren. Op deze voedingsbodems werden dan meestal binnen korten tijd sporen gevormd. Naast deze hebben wij soms ook andere voedingsbodems als aardappelen, rijst, bouillonagar geprobeerd, de beste groei was echter steeds op onzen oorspronkelijken bodem.

De gevonden schimmels werden gedurende meerdere maanden gecultiveerd. Zoodra van een soort sporen te voorschijn kwamen, werden pogingen gedaan om reïncultures te verkrijgen. Wij hebben vooral succes gehad met de methode van strooicultures.

Van de verkregen reïncultures werden steeds eenige buizen naar het Phytopathologisch Laboratorium WILLIE COMMELIN SCHOLTEN te Baarn gezonden. Prof. WESTERDIJK was zoo vriendelijk onze schimmels met de daar aanwezige reïncultures te vergelijken en te determineeren. Wij kunnen dus nu de namen der gevonden fungi opgeven; wij zullen bij elke soort tegelijkertijd vermelden, of er in de literatuur aanwijzingen te vinden zijn, dat de betreffende fungus als ziekteverwekker een rol kan spelen. De volgende schimmels kwamen te voorschijn:

1. *Pestalozzia*, behoorende tot de groep *versicolor* Speg. (afbeelding van de conidiën zie Plaat XV, fig. 1—5).

De zorgvuldig bewerkte monographie van DOYER, die de heele literatuur refereert, spaart ons de moeite om hier een lange lijst van publicaties op te nemen. De soort-determinatie werd door Prof. WESTERDIJK verricht.

DOYER heeft door eigen proeven de bewering, die telkens en telkens weer geopperd wordt, dat deze en andere *Pestalozzia*soorten parasieten zouden zijn, getoetst en komt tot de conclusie, dat dit *niet* het geval is. Volgens haar is er geen enkel geval bekend, waar men de parasitaire natuur met zekerheid heeft kunnen aantonen. Toch zijn er tal van ziekten (bladvlekkenziekte van Thee en Cocospalmen, verwelkingsziekte van kiemplanten van Coniferen, insnoeringsziekten en sterfte van Coniferen), waarvan men dacht, dat *Pestalozzia* de schuld

zou zijn. Na het verschijnen van de monographie van DOYER heeft echter GÄUMANN een bijzonder virulent ras van *Pestalozzia funerea* gevonden, waarmee hij door zorgvuldige infectieproeven jonge notenboomen kon infecteeren en welke soort hij daarom als de verwekker van een op bedden van notenboomen optredende instervingsziekte beschouwt.

2. *Gloeosporium spec.* Mycelium sterk groeiend; eerst wit, later grijs-groen; aan den rand heel licht rose, gesepteerd met anastomosen.

De conidiën worden in onze agar-cultures direct op het mycelium gevormd (zie plaat XVII, fig. 3 en 4). In oudere cultures worden donkergroene chlamydo-sporen, gedeeltelijk intercalair, gedeeltelijk aan het einde der hyphen gevormd (Plaat XVII, fig. 5—9). Op koffietakken ontstaan na korten tijd de averculi (Plaat XVII, fig. 1). Deze zijn soms rose, soms geel tot steenrood. De kleur is afhankelijk van de vochtigheid van het substraat. De conidiën zijn ovaal, de lengte bedraagt 15 tot 20 μ , de breedte 4 tot 5 μ .

Bij sommige stammen treden op koffiehout pycniden op; peritheciën werden nooit gevonden.

De conidiën ontkiemen, als men ze op een voorwerpglas in een suikeroplossing uitzaait, zeer vlug. Een conidie vormt een of twee kiembuizen (Plaat XVI, fig. 10—12). Soms ontstaan op de kiembuis direct weer conidiën, zooals dit ook SCHAFFNIT en BÖNING voor *Colletotrichum Lindemuthianum* beschreven en afgebeeld hebben (zie Plaat XVI, fig. 13—15).

De soort *Gloeosporium alborubrum* is door STEINMANN uitvoerig beschreven. Deze schrijver heeft op de groote overeenstemming met *Gloeosporium Elasticae* Cooke en Massee gewezen. Onze vorm komt geheel overeen met de beschrijving van STEINMANN. Alleen zijn wij er nooit in geslaagd om in onze cultuur de peritheciën, die STEINMANN beschrijft, te krijgen.

Van grooter belang is voor ons de gelijkenis met de door DELACROIX beschreven soort *Gloeosporium coffeanum*, die later ook ZIMMERMANN als bladparasiet van *Coffea arabica* op Java vond. De grootte der conidiën komt geheel overeen met de door ons beschreven soorten. Verder moeten wij er op wijzen, dat *Gloeosporium* misschien identiek is met *Colletotrichum incarnatum* Zimmermann of met *Colletotrichum coffeanum* Noack.

De meeste schrijvers, die zich met de twee geslachten *Colletotrichum* en *Gloeosporium* hebben bezig gehouden, zijn trouwens van opinie dat het eenig verschil, dat tusschen deze twee geslachten bestaat, de vorming van setae, bij het geslacht *Colletotrichum* geen betrouwbaar kenmerk voor de onderscheiding is, omdat onder bepaalde omstandigheden *Colletotrichum* soms ook geen setae vormt. In dezen zin drukken zich wat *Colletotrichum coffeanum* betreft NOACK, SMALL en BUTTLER uit, wat *Colletotrichum Lindemuthianum* betreft, de laatste onderzoeker van deze soort H. R. A. MULLER. Verder geeft STEINMANN een afbeelding van *Gloeosporium alboatrum* uit een bananenagar-cultuur met setae.

Het is dus best mogelijk, dat de door ons gecultiveerde schimmel, niet-tegenstaande wij nooit setae hebben waargenomen, identiek is met *Colletotrichum*

coffeanum Noack of met de identieke *Colletotrichum incarnatum* Zimmermann, een zwam, die als parasiet der bladeren van koffie al lang bekend is, maar die ook op takken en stammen gevonden wordt. In dezen samenhang interesseert ons de kwestie vooral, omdat aan den eenen kant BUTTLER deze schimmel steeds vond op de koffieboomen, die door de Nilgiriziekte aangetast waren. Hij uit zich over de vraag, of *Gloeosporium* als oorzaak van de insterving te beschouwen is, echter met recht zeer voorzichtig:

„it was not proved the *Gloeosporium* was the cause of the disease, but no other parasite could be found, and the disease itself bore a distinct resemblance to the „die back” of branches known to be caused by related species as for instance in citrus fruits. The aecia were found only on the twigs, from just beyond the limit between the dead and healthy tissue to the end of the twig and the mycelium was traced into the wood, not only in the dead portions, but back to parts extremely sound”.

Aan den anderen kant kon W. SMALL in Uganda uit koffieplanten, die „die back” hadden., *Colletotrichum coffeanum* isoleeren. Infectieproeven slaagden, als hij de bladeren infecteerde.

Dit zijn dus eenige opgaven, die voor de parasitaire natuur van onze *Gloeosporium* pleiten, aan den anderen kant acht schrijver het niet erg waarschijnlijk, dat een blijkbaar in de tropen overal voorkomende schimmel zich alleen in een bepaald gebied als hevige parasiet zou gedragen. Ten slotte wijzen wij er op, dat Prof. WESTERDIJK in een van onze *Acrostalagmus* cultures als verontreiniging *Colletotrichum Lindemuthianum* vond.

3. *Cladosporium herbarum* (Pers). Deze schimmel kwam in den loop van onze onderzoekingen verschillende keeren te voorschijn. Vooral ook wanneer wij stukjes verdacht hout in een vochtige kamer brachten.

Zij is een cosmopolitische saprophyt en zal wellicht als verwekker der ziekte niet in aanmerking komen (Zie Plaat XV, fig. 6—8).

4. *Acrostalagmus cinnabarinus* Corda = *Verticillium latiridium* Berk. Ook deze soort is een cosmopolitische saprophyt. Wij hadden gedurende langen tijd het vermoeden, dat deze schimmel nu de echte parasiet zou zijn, omdat zij een vertegenwoordiger van het gevaarlijk geslacht *Verticillium* is, waarvan twee soorten *V. alboatrum* en *V. Dahliae* als verwekkers van tracheomycosen bekend staan. Prof. WESTERDIJK kon echter deze opinie niet deelen en schreef ons, dat deze soort zeker geheel ongevaarlijk is. De gele conidiëndragers traden in onze culturen meestal pas na eenige overentingen op. Wij vonden deze schimmel in verreweg de meeste van onze culturen.

5. *Diplodia spec.* In verreweg de meeste van onze culturen vindt men zwarte myceliumdraden, die volgens WESTERDIJK behooren tot het geslacht *Diplodia*. Sporen kregen wij nooit te zien. Wij ontvingen echter bericht, dat de Heer VAN BEYMA te Baarn er is geslaagd is de zwarte draden tot fructificatie te brengen. Hij schrijft ons:

„Hoewel de sporen nog ééncellig zijn en hyalin twijfelen wij er geen oogenblik aan met de *Diplodia* te doen te hebben, zooals wij dadelijk vermoedden. Het is echter moeilijk door de meestal onvolledige beschrijvingen in de literatuur met deze gegevens de *Diplodia* te identificeren.”

Verder vermelden wij, dat Prof. WESTERDIJK in eenige van onze culturen sporen van *Fusarium moniliforme* vond.

Samenvattend mogen wij wel zeggen, dat geen van de genoemde schimmels bekend staat als een gevaarlijke parasiet. Van *Diplodia*, *Pestalozzia* en *Gloeosporium* zijn soorten bekend, die door sommige schrijvers als parasieten beschouwd worden, maar in de meeste gevallen werd het bewijs voor hun parasitisme niet geleverd.

Infectieproeven.

A priori lijkt het infecteeren van gezonde planten niet erg moeilijk. Wij weten immers, dat de plaats, waar wij de schimmeldraden in de zieke plant steeds weer terugvinden, de houtvaten zijn. Onze eenige zorg moet dus zijn sporen van de te beproeven soorten op deze plaats over te brengen. Dit kan gebeuren door in een, tot in het hout gaande wond, sporen te brengen.

In de practijk doen zich echter eenige eigenaardige moeilijkheden voor. In de streek, waar de topsterfte voorkomt, kunnen wij immers, ook al kunnen wij zeer vroege symptomen der ziekte duidelijk onderscheiden, onmogelijk een boom van buiten aanzien of hij al ergens in zijn houtvaten schimmeldraden herbergt. Een z e k e r criterium of onze infectie geslaagd is, bezitten wij dus niet. Doen zich op een tevoren gezonden boom na infectie de boven beschreven verschijnselen voor, dan zijn wij daarom geenszins gerechtigd te veronderstellen, dat onze infectie geslaagd is.

De genoemde moeilijkheden laten zich echter op de volgende verschillende manieren omzeilen :

a. Wij nemen als criterium voor eene geslaagde infectie niet de uiterlijke verschijnselen van de topsterfte, maar het kunnen aantoonen van schimmeldraden in die houtvaten, welke grenzen aan de plaats van infectie. Wij maken dus eenigen tijd na de infectie lengte-coupes door het hout, zoowel vlak bij de plaats van infectie, als ook op eenigen afstand daarvan. Krijgen wij dan duidelijke microscopische preparaten, dan mogen wij o.i. de infectie met eenige waarschijnlijkheid als geslaagd beschouwen. De zekerheid wordt nog grooter, als het ons lukt uit het geïnfecteerde hout de bewuste schimmel opnieuw te isoleren.

b. Wij gebruiken voor ons onderzoek geen volwassen boomen, maar hetzij takken of waterloten, die wij een poos lang in water zetten, hetzij jonge planten, die wij in plantmanden cultiveeren. Hierbij komen wij echter voor een nieuwe moeilijkheid te staan. Het is namelijk een merkwaardig verschijnsel, dat jonge planten blijkbaar minder gevoelig voor de ziekte zijn. Op de ondernemingen treedt de ziekte meestal pas in oudere aanplanten voor het eerst op.

c. De beste oplossing zou natuurlijk zijn om onze proeven te nemen in een streek, waar tot nu toe de topsterfte onbekend is, b.v. op Java. Maar hier-teen bestaat een niet te onderschatten bezwaar. Wij loopen dan immers gevaar om door onze proeven de ziekte te verspreiden, hetgeen zeker niet te verantwoorden zou zijn. Daarom hebben wij dan ook geen ziek materiaal meer naar Java laten zenden en hebben alleen onder strikte observatie van alle voorzorgsmaatregelen in een gesloten kamer eenige infectieproeven met onze reïncultures gemaakt, voor welk doel wij jonge planten gebruikt hebben. Na afloop van deze proeven zullen alle reïncultures vernietigd, alle planten en manden verbrand, alle aarde grondig gesteriliseerd worden.

Er blijft ons dus niets anders over, dan op verschillende manieren pogingen in het werk te stellen om gezonde planten te infecteeren. Op Sumatra hebben wij in October 1927 verschillende volwassen boomen met sporen en met mycelium van de verschillende door ons geïsoleerde schimmels geïnfecteerd. Toen wij medio November vertrokken, was nog nergens een duidelijk resultaat te zien. Dit mag echter ook niet verwacht worden. Tracheomycosen zijn bij boomen over het algemeen langzaam verlopende ziekten, in het volgend hoofdstuk zullen wij eenige opgaven kunnen verstrekken over het verloop dezer ziekte. Bij ons nieuw verblijf op Sumatra zullen wij het als onze eerste taak beschouwen om de oude proeven na te gaan.

Wij hebben verder op Sumatra afgesneden, in water gehouden, uitloopers geïnfecteerd met *Pestalozzia*. De infectie had plaats op 6 October. 23 October werd de omgeving van de plaats van infectie microscopisch onderzocht, er werden nergens schimmeldraden in de houtvaten gevonden.

Soortgelijke proeven werden geëntameerd met een cultuur, waarin èn *Gloeosporium* èn *Acrostalagmus* aanwezig waren. De twee series, 18 en 24 October begonnen, werden op 7 November microscopisch nagegaan. Ook hier was het resultaat negatief.

Te Malang hebben wij op 27 Januari jonge planten met een zuivere *Acrostalagmus*-cultuur geïnfecteerd. Zoals dit ook bij alle vroegere proeven het geval was, brachten wij sporen en mycelium in eene met een geflambeerd mes gemaakte tot in het hout gaande, wond. De contrôle had plaats op 1 Maart. Uiterlijke ziekte-symptomen waren niet te herkennen. De planten stonden er even goed voor, als de tegelijkertijd steriel gewonde contrôle-planten. Microscopisch konden wij hier daarentegen in enkele gevallen duidelijk schimmeldraden aantoonen, die eerst alleen in de mergstraal- en parenchymcellen woerden, maar op een kleinen afstand van de wond in de houtvaten waren gedrongen en daar dezelfde groeiverschijnselen vertoonden, welke wij vroeger in de natuur gevonden hadden. Alleen waren de draden nog niet verder dan $\frac{1}{2}$ centimeter vanaf de plaats van infectie doorgedrongen.

Verder hebben wij in eenige proeven druppels van emulsies van sporen van *Gloeosporium* en van *Acrostalagmus* op bladeren gebracht. *Acrostalagmus*-sporen ontkiemden en veroorzaakten plaatselijke instervingsverschijnselen op de

bladeren, maar het lukte ons niet myceliumdraden in de vaten van de bladsteel aan te toonen, met *Gloeosporium* hadden wij tot nu toe geen succes.

Conclusies kunnen uit al deze proeven niet getrokken worden. Wij zullen meer proeven moeten nemen. Er zijn twee mogelijkheden, of wij hebben nog steeds niet de ware houtvatenschimmel geïsoleerd, of de omstandigheden, waaronder wij onze proeven nemen, zijn niet zoo, als in de natuur. Misschien hebben wij ook nog niet de ware plaats gevonden, waar de schimmeldraden de plant binnendringen. De nieuwste proeven zijn genomen met injecties in het vegetatie punt. Over den uitslag zal later bericht worden.

9. OVER DE ECONOMISCHE BETEKENIS DER ZIEKTE.

Alvorens tot de bespreking van de eventueel te nemen maatregelen over te gaan, is het goed, dat wij trachten ons over de economische beteekenis der topsterfte rekenschap te geven. Wij moeten immers met eenige zekerheid weten, of, en in hoe verre, inderdaad de een of ander diepingrijpende maatregel, hetzij bestrijding, hetzij vervanging door een andere soort koffie of zelfs door een andere cultuur, gemotiveerd is.

De opinies over de al of niet belangrijkheid dezer ziekte zijn uit den aard der zaak zeer verdeeld, waarbij men tot nu toe alleen afging op uiterlijke indrukken, terwijl het toch zeker voor iedereen, die financieel bij de koffiecultuur in Palembang en Benkoelen betrokken is, van het allergrootste belang is om over zoo exact mogelijke cijfers te beschikken.

Wat de oudere aanplanten betreft, zoo lijkt mij eene eenigszins nauwkeurige taxatie van de schade bijna onmogelijk. Zooals wij in het hoofdstuk over de uiterlijke verschijnselen al hebben aangetoond, houdt de insterving meestal op een zeker afstand van den top op. De lengte van het instervorven deel kan grooter of kleiner zijn. Verder wordt een deel van de uitloopers van wegens topsterfte getopte of gestumpde boomen ook weer door de ziekte aangetast. Een en ander maakt het practisch onmogelijk om van het verlies in oudere aanplanten een overzicht te krijgen.

Een duidelijk begrip van de situatie krijgen wij pas, als wij pogingen doen om door op stomp kappen oude aanplanten te verjongen. In vele gevallen, die ik zag, leverden dergelijke verjongingskuren, die op Java in de meeste gevallen een groot succes zijn, teleurstellingen op. Wij zullen echter in het volgende hoofdstuk zien, dat het misschien mogelijk is, door doelmatig te handelen betere resultaten te verkrijgen.

In jonge tuinen, vooral in nog niet getopte tuinen is de situatie heel anders. Wij zullen ons hier een duidelijk beeld van het te verwachten oogstverlies kunnen vormen, als wij twee factoren kennen, namelijk :

1e. het percentage van zieke boomen, inbegrepen die boomen, welke door hun asymmetrischen groei te kennen geven, dat de ziektekiemen aanwezig zijn.

2e. het tijdsverloop tusschen de allereerste voor ons zichtbare symptomen en het einde van de insterving.

De eerste factor kan door zorgvuldige tellingen bepaald worden. Daarbij lijkt het mij niet noodig over geheele ondernemingen of grootere afdeelingen te tellen. Veel beter acht ik het om willekeurig uitgekozen tuinen te gebruiken en hier boom voor boom zorgvuldig na te gaan en in een kaart den toestand, zooals die op een gegeven oogenblik is, vast te leggen. Na eenigen tijd, b.v. na een half jaar, komen wij dan weer in denzelfden tuin terug en noteeren in onze kaart de intusschen opgetreden nieuwe gevallen. Dan weten wij welk percentage van boomen niet meer als volwaardig produceerend mag meegerekend worden. In hoeverre deze boomen — waartoe b.v. exemplaren behooren zooals zij in Plaat III, fig. 2 en 3 afgebeeld zijn, en die zeker als producent nog lang niet behoeven afgekeurd te worden — tot eene vermindering der productie in de toekomst zullen bijdragen, weten wij echter nog niet. Om hieromtrent taxaties te kunnen maken, moeten wij de tweede factor, het tijdsverloop tusschen de allereerste voor ons zichtbare symptomen en het einde van de insterving, kennen. Deze factor kunnen wij bepalen door een aantal „observatie-boomen” uit te kiezen, waarvan b.v. elke maand genoteerd wordt de hoogte, de lengte der zijtakken en het aantal instervende en ingestorven takken.

Met een voorbeeld zal ik probeeren duidelijk te maken, op welke manier deze gegevens op elke onderneming kunnen worden verzameld. De tuin, die wij gekozen hebben, leek op het oog gezond, zag er zelfs bijzonder florissant uit. Geplant werd in December 1925, Januari 1926. Het plantverband is 10×10 voet. Er werd door ons een complex van totaal 447 boomen gecontrôleerd. Op de als plaat XVIII gereproduceerde kaart zijn opgegeven:

a. de gezonde boomen, *b.* de boomen, welke door hun asymmetrie te kennen geven, dat zij de ziektekiemen in zich dragen, *c.* de instervende boomen en *d.* de gestumpte boomen. De reden voor het op stump kappen van jonge boomen (onze observaties werden gedaan in September en October 1927) zal wel in de meeste gevallen een begin van topsterfte geweest zijn, misschien echter ook boorderschade of vreterij van wilde varkens. Dat was niet meer uit te maken. Wij kregen de volgende bij de rubrieken *a*, *b*, *c* en *d* behorende cijfers *a* 310, *b* 102, *c* 3, *d* 32. Veronderstellen wij, dat de insterving in geen enkel geval aanleiding gaf tot stumpen, dan zouden wij 25% zieke boomen krijgen; veronderstellen wij het andere extreme geval, dat alle boomen wegens insterving gestumpt moesten worden, dan zou het getal 30% worden. Dezelfde tuin werd in Februari 1927 opnieuw opgenomen, over den voortgang der ziekte zal later nog rapport uitgebracht worden.

Om ons over den voortgang dezer ziekte een duidelijk beeld te kunnen maken hebben wij in dezelfde tuinen een bepaald aantal „observatie-boomen” uitgekozen. Van deze goed gekenmerkte boomen wordt om de maand genoteerd de hoogte, de lengte van de zijtakken en het optreden van instervingsverschijnselen. Om na eenigen tijd een bepaald paar van zijtakken steeds weer te kunnen terug-

vinden, hebben wij een op een zekeren afstand van den top gelegen takkenpaar van draadringen voorzien. Wij geven aan dit takkenpaar het nummer O en nummeren dan van dit paar uitgaande de topwaarts gelegen takkenparen met + 1, + 2, + 3, enz. de basaalwaarts gelegen met - 1, - 2, - 3. enz.

De eerste observaties werden verricht medio October 1927. Sedert dien heeft de Heer SMETS, assistent op Soeban Ajam, eerst om de 14 dagen, later om de maand, alle boomen geregeld geobserveerd en zijn observaties in formulieren, waarvan ik hier een reproduceer, met een groote nauwkeurigheid genoteerd. Een speciaal woord van dank aan dezen trouwen medewerker is hier wel op zijn plaats.

OBSERVATIES OVER TOPSTERFTE

Onderneming Soeban Ajam
TUIN KEMIRI BAROE 1925

Observatie boom No.

Datum :

Hoogte vanaf den grond : c.M.

Lengte der zijtakken :

Takkenparen : (volgorde van boven naar beneden)	Lengte in c.M.	
	K	L
<i>Afkortingen :</i> K = Korte tak van een paar L = lange " " " " ☐ takkenpaar van ringen voorzien i = instervend d = dood Bijzondere opmerkingen :		

De laatste staten, die wij bij het neerschrijven van deze verhandeling ontvingen, zijn afkomstig van 11 Februari 1928. De gegevens zijn zeker nog niet uitgebreid genoeg om nu al vergaande conclusies te trekken, maar er komt nu toch al eenige teekening in de film van het ziekteproces. De volgende in een paar kleine tabellen (tabel 1 tot 6) overgebrachte voorbeelden laten ons zien, dat de boomen zich zeer verschillend gedragen. Nu eens zien wij een vlug verloop, een andere keer eene blijkbaar sterkere resistentie, die een aangetaste boom in staat stelt door te groeien en nog een tijd lang gezond te blijven. Vergelijken wij b.v. boom No. 10, die in den tijd van observatie (bijna 4 maanden) 29 cm in de lengte gegroeid is, 3 nieuwe takkenparen gevormd heeft en nog nergens instervingsverschijnselen vertoont met No. 16, waarvan de lengtegroei maar één cm was, die, wat de vorming van nieuwe zijtakken en den groei van de oude betreft, een absoluten stilstand vertoont en waarvan aan het eind van denzelfden observatietijd de top sterft, dan wordt ons duidelijk, dat wij blijkbaar met zeer verschillende graden van aantasting te doen hebben. Voor ons doel, d. w. z. voor de beoordeeling van de economische beteekenis dezer ziekte, is het voldoende, dat wij nu weten, dat het tijdsverloop, vanaf het waarnemen der eerste kenteekenen der ziekte tot het insterven van den top, minder dan 4 maanden kan bedragen.

Als wij taxeeren, dat een boom, die insterft, 50% minder oogst oplevert dan een normaal ontwikkelde boom, dan blijven wij zeker aan den lagen kant. Wij hebben gezien, dat in ons voorbeeld 25 à 30% der boomen de eerste kenmerken vertoont, dus over eenigen tijd maar de helft zal produceeren van normale boomen. Wij zouden dan komen op een oogstderving van 12 à 15%. Dit is echter zeker een minimum, omdat : a. over eenigen tijd wellicht nog nieuwe gevallen zullen optreden; b. zeer vele boomen zeker minder dan de helft van een normale productie zullen opleveren; c. omdat ons voorbeeld betrekking heeft op een tuin, die, wat topsterfte betreft, op het oog er bijzonder gunstig voorstond.

Mijn bedoeling is geenszins geweest om hier al cijfers te publiceeren, die algemeen geldig zouden zijn, het was ons alleen er om te doen om eene methode aan te geven, waarmede wij de oogstderving eenigszins kunnen taxeeren. De planters wilde ik gaarne opwekken om volgens de hier aangegeven methode zelf verdere gegevens te verzamelen, die voor de beoordeeling van ons probleem van het grootste belang zijn.

10. EENIGE IDEEËN BETREFFENDE DE TE NEMEN MAATREGELEN.

Al zijn wij nog niet zoo ver, dat wij ons over de beteekenis der ziekte een in cijfers uit te drukken begrip kunnen vormen, een ding staat o.i. vast, de economische gevolgen van deze ziekte mogen zeker niet onderschat worden. Daarom is nu de tijd gekomen om overleg te plegen, wat wij doen kunnen om de ziekte te bestrijden, nieuwe besmettingen tegen te gaan en een verdere verspreiding te voorkomen.

Over een directe bestrijding van de schimmel, die op haar groeiplaats binnen in de houtvaten uiterst moeilijk te bereiken is, heeft schrijver veel nagedacht. Hij is tot de conclusie gekomen dat eene bestrijding theoretisch niet onmogelijk is ; of zij practisch uitvoerbaar zal zijn, is een kwestie, die eerst door proeven zal moeten worden uitgemaakt. Deze proeven vormen een van de voornaamste punten van het toekomstige werkprogramma.

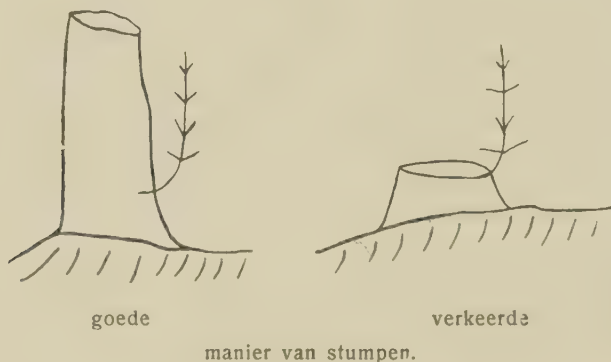
Voor het oogenblik moeten wij ons o.i. beperken tot indirecte methoden. Wat kunnen wij in de eerste plaats doen om te voorkomen, dat de schimmel de plant binnendringt ? Ons onderzoek is nog niet zoover gevorderd, dat wij kunnen zeggen, waar de schimmelsporen ontkiemen en van waar uit de schimmeldraden in het hout dringen. Wij weten alleen, dat het ons tot nu toe nog nooit gelukt is om draden in de wortels aan te toonen, wel vonden wij draden in zijtakken. Maar de eigenaardige levenswijze van de schimmel rechtvaardigt m.i. nu al de veronderstelling, dat wonden, waarbij hout aan de lucht wordt blootgesteld, een *voorname* plaats van infectie vormen ; wellicht niet de eenige. Het is dus misschien mogelijk, hetzij door zoo goed mogelijk het maken van wonden te voorkomen, hetzij door onmiddellijke desinfectie van snoeiwonden, het aantal infectiegelegenheden eenigszins te beperken, al kan men de schimmel zeker niet geheel buiten sluiten. Hiermede zou stellig practisch al iets bereikt kunnen worden. Als wij ons immers de physiologische samenhang tusschen oorzaak en gevolg goed voor oogen houden, zullen wij wel beseffen, dat het een groot verschil uitmaakt, of b.v. 10 dan wel 80% van de talrijke houtvaten van een robustaboom geïnfecteerd zijn. De eerste weg, dien wij aangewezen hebben, is practisch onuitvoerbaar. Eene rationeele koffieteelt zonder snoei is onder de omstandigheden, waaronder de cultuur in Sumatra verkeert, onmogelijk. De tweede weg kan daarentegen wel gekozen worden. Het is zeker niet onmogelijk om snoeiwonden en vooral de groote wonden, die bij het toppen en bij het stumpen gemaakt worden, direct te desinfecteeren. Of dit helpt is een andere vraag, en wel, omdat wij niet weten of onze zooeven geuite veronderstelling juist is. Om hierover meer gegevens te verkrijgen werd op mijn verzoek op Soeban Ajam een flinke proef aangezet in een ouden tuin, die met het oog op rejuvenatie op stomp gekapt werd. Er werden in deze tuinen vergeleken :

- a. op drie voet hoogte gestumpte boomen, waarbij het stumpvlak en alle wonden direct geteerd werden.
- b. op drie voet hoogte gestumpte boomen, zonder desinfectie.
- c. op één voet hoogte gestumpte boomen, waarbij het stumpvlak en alle wonden direct geteerd werden.

De uit deze gestumpte boomen groeiende waterloten, die aangehouden worden, zullen na eenigen tijd op hun gezondheidstoestand gecontrôleerd worden.

Het is zeker niet overbodig nog eens erop te wijzen, dat al dergelijke maatregelen nooit kunnen beoogen eene absolute bestrijding, maar alleen een beperking der in de houtvaten voorkomende schimmels.

Verder kunnen wij bij het op stump kappen van oude boomen rekening houden met het feit, dat in het basale gedeelte van den stam in de houtvaten maar zeer weinig levende schimmeldraden worden aangetroffen. Meestal vinden wij het secundaire en tertiaire stadium met thyllen en met wondgom. Wij doen dus goed om een uitlooper zoo dicht mogelijk bij den grond aan te houden en er voor te zorgen, dat eventueel vanuit de stumpwond binnendringende schimmeldraden een langen weg moeten afleggen, alvorens hun doel, den uitlooper, te bereiken. Daarom raden wij aan om de overgebleven stronk niet vlak bij een uitlooper af te zagen, maar te laten staan. Het volgende schema geeft ons idee weer :



Verder zal zich de koffiecultuur moeten aanpassen aan de eigenaardige omstandigheden, die het gevolg van deze ziekte zijn. Van de overweging uitgaande, dat een zeker percentage jonge boomen toch vroeger of later door de topsterfte minder goede producenten zullen worden, zou men op de gedachte kunnen komen om redding te zoeken in een dichter plantverband. Maar er zijn andere overwegingen, die zeker zwaarder wegen, welke tegen dezen uitweg pleiten. Daarentegen zie ik er geen bezwaar in om de jonge aanplanten in plaats van op één, op twee stammen te laten opgroeien, wat trouwens hier en daar ook reeds geschiedde. Ik heb tuinen met tweestammige boomen gezien en kon herhaaldelijk gevallen observeeren, waarbij een stam gezond gebleven was, terwijl de andere begon in te sterven.

Op hoe lateren leeftijd een boom begint in te sterven, des te minder fnuikend zijn de gevolgen. De van den top meer verwijderde takken hebben immers meer kans om in leven te blijven. Daarom zou ik in overweging willen geven om jonge aanplanten zoo laat mogelijk te toppen. Wij zouden dus eerst, wanneer de stam op de gewenschte tophoogte een bepaalde dikte heeft bereikt, tot toppen kunnen overgaan. Op welke hoogte getopt moet worden, is afhankelijk van plaatselijke omstandigheden en is een vraag, die met ons probleem in geen samenhang staat.

Hetgeen wij hier gegeven hebben, kan niet meer zijn dan eenige hints voor de praktijk, die op het oogenblik niet als adviezen mogen beschouwd worden.

Bij een hernieuwd bezoek aan de koffie-ondernemingen op Sumatra hoop ik, dat mij de intusschen opgedane ervaringen in staat zullen stellen, deze maatregelen in een meer voor de practijk berekenden vorm te kunnen kleeden. Ik ben er mij echter van bewust, dat het opvolgen van deze adviezen wel eenige verbetering van den toestand zal kunnen tengevolge hebben, maar zeker geen radicaal uitroeien der ziekte; het zal dus misschien al binnen korten tijd de vraag zijn of men niet zooals dit bij zoovele cultures het geval geweest is, zijn heil zal moeten zoeken en misschien ook vinden in een selectie van resistente soorten. Aan deze kwestie moeten wij een speciaal klein chapiter wijden.

Resistente soorten. De tijd heeft ons helaas ontbroken om van dit vraagstuk een dieper gaander studie te maken. Wel viel ons dadelijk op, dat *Coffea arabica*, die op vele ondernemingen nog in meer of minder groote complexen gecultiveerd wordt, veel en veel minder vatbaar is dan *robusta*. Na zeer veel zoeken in de Javatuinen van vele ondernemingen, vonden wij maar twee boomen, die wij met zekerheid als ziek moesten kwalificeeren. Nu zal men zeker niet licht er toe overgaan om de *robusta* door *arabica* te vervangen, men loopt een te groote risico door deze cultuur sterk uit te breiden. Bovendien zijn ook zelfs in goede tuinen de producties zeer veel kleiner dan van *robusta*. Wel verdient het overweging om bij aanleg van *robusta*-ententuinen uit te gaan van absoluut gezonde boomen uit een aanplant, waar overigens veel topsterfte voorkomt, daar de kans bestaat, dat deze boomen resistent zijn. Misschien zal het in de toekomst, als men er in mocht slagen de techniek der infectieproeven goed uit te werken, mogelijk zijn om door zulke proeven de gevoeligheid van een bepaalden boom te bepalen.

In den loop van ons onderzoek hebben wij geen feiten kunnen constateeren, die er op wijzen, dat de ziekte een verzwakkingsziekte is. De foto's fig. 1 en 3 op Plaat I en die op Plaat III toonen wel aan, dat de planten in de kracht van haar leven beginnen te bezwijken. Wij kunnen dan ook moeilijk aannemen, dat de ziekte in eenigszins belangrijke mate door klimaat en cultuurfactoren wordt beïnvloed en daarom meenen wij, dat van een wijziging van cultuurmethoden weinig heil te verwachten is.

Bij ons onderzoek hebben wij in den beginne de vraag, of er misschien een samenhang zou bestaan tusschen den zuurgraad van den grond en het optreden der ziekte, nog open gelaten, omdat wij toen nog over geen gegevens omtrent de pH-waarden der verschillende gronden konden beschikken. Intusschen zijn door het Theeproefstation van bijna alle ondernemingen, waar topsterfte voorkomt, grondmonsters onderzocht. Uit dit onderzoek blijkt, dat de pH-waarden binnen zeer wijde grenzen schommelen en dat grossomodo zeker geen sprake van kan zijn, dat de pH-waarden der koffieondernemingen overal in de besmette streken bijzonder laag zijn, m.a.w. dat de gronden bijzonder zuur zouden zijn.

Om echter meer zekerheid te verkrijgen, vooral over de vraag of misschien kleine plaatselijke grondverschillen een heviger optreden der ziekte zouden kunnen veroorzaken hebben wij op de in de in onze kaart (Plaat XVII) aangegeven plaatsen, grondmonsters gestoken. Als wij deze kaart nader bekijken, dan valt

ons namelijk op, dat er bepaalde plaatsen zijn, waar meer zieke boomen op een bepaald stuk grond staan naast andere „gezonde” plekken, waar op een bepaald stuk alleen gezonde boomen voorkomen. In den tuin zelf vallen deze plekken aan een geoefend oog ook eenigszins op. Wij hebben op 4 dergelijke plekken, 2 gezonde en 2 zieke, kuilen laten graven en monsters zoowel vlak bij de oppervlakte, als ook op twee à drie voet diepte genomen. Buitendien hebben wij op Soeban Ajam en verschillende andere ondernemingen grondmonsters genomen, zoowel van ziektehaarden, als ook van plaatsen, waar in een besmette tuin een groep van gezonde boomen staat. De resultaten der door het Theeproefstation verrichte onderzoekingen naar den zuurgraad zijn in de volgende kleine Tabel samengevat.

Tabel.

Monsters afkomstig van		Uitwisselings- zuurgraad	Hydrolytische aciditeit	pH
<i>Soeban Ajam</i> (Proeftuin)				
gezonde plek 1	boven	0,2	13.6	6.40
	beneden	0,1	7.8	6.94
gezonde plek 2	boven	0,1	25.8	5.60
	beneden	0,1	17.0	6.01
zieke plek 1	boven	0,3	31.6	5.46
	beneden	0,2	18.4	5.90
zieke plek 2	boven	0,1	25.8	5.57
	beneden	0,1	14.0	6.04
<i>Soeban Ajam</i> (andere tuinen)				
zieke plek	1	0.05	5.—	6.76
gezonde plek	2	0.05	19.—	6.75
zieke plek	3	0.15	23.—	6.42
gezonde plek	4	0.10	11.5	7.03
zieke plek	5	0.20	31.—	6.68
gezonde plek	6	0.05	18.5	6.91
zieke plek	7	0.15	25.—	6.68
gezonde plek	8	0.10	34.5	6.64
zieke plek	9	2.—	41.5	6.62
gezonde plek	10	0.05	10.—	7.13
zieke plek	11	0.25	23.5	6.30
gezonde plek	12	0.10	29.5	6.47
zieke plek	13	0.40	28.5	5.27
gezonde plek	14	0.6	36.6	5.19
zieke plek	15	0.4	34.5	5.39
gezonde plek	18	0.05	32.5	5.58
zieke plek	19	0.15	21.5	6.17
<i>Onderneming B</i>				
zieke plek	1	2.—	33.5	5.35
gezonde plek	2	1.3	26.5	5.59
zieke plek	3	0.05	17.5	6.—
gezonde plek	4	0.05	20.5	5.55
zieke plek	5	0.05	18.—	5.68
gezonde plek	6	0.05	18.5	5.82
<i>Soeban Ajam</i> (nieuwe serie)				
gezonde plek	1	0.25	32.5	5.88
zieke plek	2	0.40	31.5	5.43
zieke plek	3	0.20	34.5	5.41
gezonde plek	4	0.10	25.5	5.91
zieke plek (moerassige grond)	5	7.15	45.—	5.21
gezonde plek (moerassige grond)	6	7.85	42.5	5.27

Naar aanleiding van deze feiten komen wij tot de opinie, dat een samenhang tusschen topsterfte en zuurgraad, hetzij uitwisselingszuurgraad, hetzij hydrolytische aciditeit, hetzij pH, niet aangetoond kan worden.

Tenslotte moeten wij nog de kwestie bespreken, welke maatregelen dienen genomen te worden om te voorkomen, dat de ziekte van uit de besmette streek naar andere nog niet besmette gedeelten van Sumatra of naar Java overgebracht wordt. Aangezien wij niet weten, op welke manier de eventueele schimmelparasiet verspreid wordt, tasten wij hieromtrent in het duister.

Waar de kans bestaat, dat de ziekte van parasitaire aard is, bestaat de mogelijkheid, dat de ziekte met hout wordt overgebracht. Nu zal dit waarschijnlijk bijna nooit gebeuren. Zooals ik al eenigen tijd geleden in een kleine lezing heb medegedeeld, acht ik vooral gevaar van overbrengen verbonden met zendingen van onderzoekingsmateriaal, hetzij van deze ziekte, hetzij van takken met hoeboek aan de Proefstations. Ik heb er daarom op aangedrongen, dat dergelijke zendingen in de toekomst stop gezet worden. Mijn eigen materiaal van reïncultures van schimmels heb ik in Malang steeds na afloop van mijn onderzoek gesteriliseerd.

Infectie door zaad komt mij zeer onwaarschijnlijk voor, doch deze kwestie dient nog nader onderzocht te worden.

12. RESUMÉ.

In den loop van het jaar 1926 werden berichten ontvangen over eene in de residenties Benkoelen en Palembang (Sumatra) voorkomende, tot nu toe niet bekende ziekte van de koffie. Deze ziekte werd door ons gedurende twee maanden ter plaatse bestudeerd.

Uiterlijk is deze instervingsziekte duidelijk gekarakteriseerd als eene topsterfte. Het allereerste begin der ziekte is gekenmerkt door eene asymmetrische ontwikkeling der boomen. De naar eene zijde groeiende zijtakken blijven steeds korter, soms belangrijk korter (zie plaat III en schematische voorstelling op plaat V). Na eenigen tijd sterven enkele zijtakken af (plaat I, fig. I), iets later alle aan een zijde gelegen takken. dan volgt de geheele top. De insterving kan bij jonge boomen tot aan den wortelkraag doorgaan, bij oudere, nog niet getopte boomen, houdt zij op eenigen afstand van den top op. De benedentakken blijven dan behouden.

In oude aanplanten valt ons op, dat vele waterloten aangetast zijn, dus ook die, welke wij aanhouden, hetzij om aan getopte boomen een hoogere étage te geven, hetzij na het op stump kappen.

Inwendig is de ziekte gekarakteriseerd door het voorkomen van schimmeldraden, die bij iederen zieken boom binnen in de houtvaten (zie plaat X—XII) aangetroffen worden. Deze schimmeldraden zijn ook bij boomen, die alleen maar de uiterlijke verschijnselen der asymmetrie vertoonen, steeds aanwezig, in oudere gevallen kunnen wij zien, dat na het afsterven der schimmeldraden de houtvaten door wondgom en thyllen verstopt worden (zie plaat XIII en XIV). Zij ontbre-

ken bij gezonde boomen. Hiermede is deze ziekte duidelijk gekenmerkt als een tracheomycose. Zij wordt vergeleken met soortgelijke ziekten van andere gewassen (zie de publicaties van VAN DER LEK, QUANJER, PETHYBRIDGE, VAN DER MEER en anderen).

De ziekte, die tot nu toe in Nederlandsch-Indië onbekend was en die bij het schrijven van dit artikel alleen in de genoemde residenties van Sumatra voorkwam, vertoont weinig overeenkomst met de „dieback”, die SMALL van Uganda beschreven heeft en met de „Nilgiri”-ziekte van Voor-Indië (zie BUTLER). Uit de geciteerde publicaties kan nl. de conclusie getrokken worden, dat zoowel in Uganda als ook in Voor-Indië „dieback”-ziekten typische verzwakingsverschijnselen zijn, terwijl dit in Sumatra zeker niet het geval is. De ziekte treedt daar even goed in nieuwe boschontginningen als in oude tuinen op. Er zijn ons geen feiten bekend, die op een samenhang met uiterlijke omstandigheden (grond, culturomstandigheden enz.) wijzen.

Er werden uit het zieke hout de volgende schimmels geïsoleerd : 1. *Pestalozzia versicolor*; 2. *Gloeosporium spec.*; 3. *Cladosporium herbarum*; 4. *Acrostagmus cinnabarinus* = *Verticillium latiritium*; 5. *Diplodia spec.* Het hout, waaruit deze schimmels geïsoleerd werden, is van verschillende (totaal 20) boomen afkomstig. Bewezen is nog niet, dat een van deze schimmels de verwekker der ziekte is; de infectieproeven, die wij tot nu toe genomen hebben, zijn voor een groot gedeelte niet geslaagd, sommige proeven aan volwassen boomen zijn nog niet lang genoeg in observatie om nu al een oordeel te kunnen uitspreken. Een resultaat kan ook nog niet binnen korten tijd verwacht worden, aangezien onze waarnemingen aan observatieboomen er op wijzen, dat het tijdsverloop tusschen eerste aantasting en het insterven van takken en top zeer lang moet zijn.

Over de economische beteekenis der ziekte is het op het oogenblik nog niet mogelijk een oordeel uit te spreken. In oude tuinen, waar men met den snoei goed bij is, lijkt het alsof de ziekte niet voorkomt. Maar dat is een illussie. Zoodra men tot het op stomp kappen overgaat, blijkt, dat vele uitloopers direct de ziekteverschijnselen gaan vertoonen. Anders is de situatie in de jonge tuinen. Doordat wij het eerste symptoom der ziekte, de asymmetrie, goed kunnen onderscheiden, kunnen wij precies nagaan, hoeveel en welke boomen ziek zijn en kunnen wij onze observaties in een tuinkaart intekenen (zie plaat XVIII). De tweede vraag, die voor ons van belang is, betreft het tijdsverloop tusschen het optreden der eerste symptomen en het insterven der toppen. Wij hebben hieromtrent bij 20 boomen geregeld observaties verricht. Een paar takken werden door een draadring gekenmerkt en als No. O genoteerd, de naar boven volgende takkenparen werden met + 1, + 2 enz., de naar beneden volgende met - 1, - 2 enz. aangegeven. De hoogte van de boomen van af den grond en de lengte van alle zijtakken wordt dan om de maand gemeten. In onze tabellen 1 -- 6 zien wij boomen, waar het ziekteproces langzaam, andere waar het vlug verloopt. Als vele ondernemingen op deze manier gegevens verzamelen, zullen wij over eenigen tijd het door deze ziekte veroorzaakte verlies approximatief in cijfers kunnen uitdrukken.

Of eene *directe* bestrijding der ziekte praktisch mogelijk is, kunnen wij op het oogenblik nog niet zeggen. Proeven hieromtrent zijn begonnen, maar het is best mogelijk, dat zij pas na langen tijd of nooit praktische resultaten zullen opleveren. Het feit, dat wij in de talrijke onderzochte wortels nooit schimmel-draden in de houtvaten konden aantoonen, maakt het waarschijnlijk, dat de aantasting boven den grond plaats heeft. Aangezien verder alleen het hout wordt aangetast, is het mogelijk dat houtwonden, die gemaakt worden bij het afhaken der waterloten, bij het toppen en het stuppen een voorname plaats van infectie vormen. Zekerheid hieromtrent hebben wij niet, wat echter niet belet om nu al te probeeren of men niet door een afsluiten van de wonden, b.v. met teer, kan bereiken, dat de infectie voorkomen wordt. Proeven in deze richting zijn begonnen.

Verder raden wij aan om in streken, waar de topsterfte voorkomt, niet meer met eenstammige maar met tweestammige aanplanten te werken. Wij hebben namelijk gevallen gezien, waar bij tweestammige boomen de ééne stam gezond bleef, terwijl de andere afstierf.

Selectie van weerstandskrachtige soorten zal voor de toekomst misschien de eenige goede oplossing zijn. Wij konden ons, aangezien er in Sumatra alleen kleine aanplanten van de verschillende koffiesoorten aanwezig waren over de immuniteit van bepaalde soorten nog geen definitief oordeel vormen. Alleen viel ons duidelijk op, dat *Coffea arabica*, die in vrij groote complexen voorkomt, welke soms direct aan aangetaste robustatuinen grenzen, minder vatbaar dan de *robusta* was. Na veel zoeken zijn wij er slechts in geslaagd twee zieke *arabica*-boomen te vinden.

Of een gevaar van een verspreiding in tot nu toe nog niet besmette gebieden bestaat, is niet te zeggen. Aangezien er schimmels in het hout voorkomen, hebben wij vooral aangeraden om geen versch materiaal voor onderzoek meer aan in andere gebieden gelegen Proefstations te zenden.

12. SUMMARY IN ENGLISH.

FIRST REPORT ON THE COFFEE TOP-DISEASE IN THE RESIDENCIES BENKOELÉN AND PALEMBANG (SUMATRA).

In the course of the year 1926 information was received concerning the occurrence in the Residencies Benkoelen and Palembang (Sumatra) of a disease in the Coffee as yet unknown. This disease was for a period of two months under our observation on the spot.

Externally this die-back disease bears all the characteristics of a top-disease, i.e. of the dying off of the tops. The very first symptoms of the disease are noticeable by the asymmetrical development of the trees. In the first place the lateral branches growing on one side remain shorter, in some cases considerably shorter than the branches on the other side (see plate III and schematic drawing on plate V). After a time some of the lateral branches die off (plate I, fig. 1), later all the branches on that side die and eventually the whole top. The die-back in the young trees reaches down to the root-collar; in older untopped trees this die-back stops some distance down from the top. The underneath branches are preserved.

In old gardens we notice that a large portion of the shoots are attacked, including those which are retained either to enable the trees to form a higher level or those which sprout from the stumped trees.

Internally the disease is characterised by the presence of fungusthreads which are found in the lumen of the tracheas (see plates X — XIII), of every tree infected. These fungus-threads are also always present in those trees which show only the first external signs of asymmetry; in the older cases we observe that, after the fungus-threads have died, the ducts are closed by wound-gum and thyloses (see plates XIII and XIV). They are absent in normal trees. By this the disease is clearly demonstrated to be a tracheomycosis. It can be compared to similar diseases in other plants (vide publications of VAN DER LEK, QUANJER, PETHYBRIDGE, VAN DER MEER and others).

This disease which was up till now unknown in the Netherlands East Indies and, at time of writing, has only made its appearance in the above-mentioned Residencies of Sumatra, shows but little similarity to the die-back which SMALL has described in Uganda or to the Nilgiri disease in British India (see BUTLER). From the publications quoted it may be concluded that both in Uganda and in British India these die-back diseases are typical symptoms of debility in the trees, whereas, in Sumatra, this is certainly not the case. There the disease makes its appearance in both new clearings and in old gardens. We are unaware of any facts that tend to show any connection with external circumstances such as soil, methods of cultivation etc.

From the diseased wood the following fungi were isolated : 1. *Pestalozzia versicolor*; 2. *Gloeosporium spec.*; 3. *Cladosporium herbarum*; 4. *Acrostalagmus cinnabarinus* — *Verticillium latirritum*; 5. *Diplodia spec.* The wood from which these fungi were isolated was taken from 20 different trees. It has however not yet been proved that one of these fungi is the cause of the disease. The infection experiments made on grown trees have not yet been long enough in observation for a definite opinion to be formed. No conclusion is to be expected yet a while, seeing our anatomical observation tend to show that between the first infection and the dying back of the branches and tops a very long time must elapse.

It is at present impossible to form an opinion as to the economic significance of the disease. In old gardens, where the pruning is kept well in hand, it appears that no disease is present. But that is an illusion. As soon as stumping takes place, it is seen that many of the young shoots immediately show signs of the disease. In the young gardens the position is different. As we are able to distinguish the first symptom of the disease, viz. the asymmetry in growth, we can trace exactly to what extent and which of the trees are affected and can note our observations on the plan of the gardens (vide plate XVIII). The second question, that is of importance to us, is the time that elapses between the appearance of the first symptoms and the dying back of the tops. We took regular observations of 20 trees. A couple of branches were marked with a wire ring and noted as No. 0, the next pairs of branches above these were noted as + 1, + 2 etc. and those below - 1, - 2 etc. The height of the tree above the ground and the length of all the lateral branches was measured every month. In our tables 1 — 6 we perceive trees in which the process of the diseases is slow and others in which it is fast. Were a number of estates to collect data in this fashion, we should, after some time, be able to express in approximate figures the loss occasioned by this disease.

At present it is impossible to say whether a *direct* combating of the disease is feasible in practice. Experiments in this direction have been commenced but it is not improbable that practical results may eventuate only after considerable time or possibly not at all. The fact that we could never find in the ducts any fungus filaments in the large number of roots examined, makes it probable that the infection takes place above the ground. Seeing further that only the wood is attacked, the principal place of infection will possibly be found to be in the wounds penetrating into the wood, which are caused by removing the young shoots and by topping and stumping the trees. This has not however been proved, but this should not prevent us from endeavouring to find out whether by closing these wounds, for instance with tar, the infection can be avoided. Investigations on these lines are being made.

We further advise that, in these districts where the topdisease has made its appearance, the trees should no longer be maintained on one stem only but that trees should be grown with two stems. We have namely observed cases in which, on trees with double stems, one stem remained healthy whilst the other died off.

The only real solution will possibly be found in the selection of strong disease-resisting types for the future. We could not form any definite opinion as the immunity of special types because, in Sumatra, only small gardens of the various species of *Coffea* were to be found. We were struck however by the fact that the *Coffea arabica*, of which fairly large areas were met with and in some cases immediately adjoining infected robusta gardens, was more immune than the *robusta*. After a long search we succeeded in finding only two diseased *arabica*-trees.

It is impossible to say whether the danger of spreading the disease into as yet uninfected districts exists. But, seeing the fungus makes its appearance in the wood, we have specially recommended that no fresh material for research work be sent to experiment stations in other districts.

13. NASCHRIFT.

OVER GEVALLEN VAN TOPSTERFTE OP JAVA.

Na het afsluiten van het manuscript van dit rapport ontvingen wij van een op den Kloet gelegen onderneming berichten, dat daar in een jongen aanplant dezelfde verschijnselen zich voordeden als op Sumatra. Wij hebben ons gehaast deze onderneming te bezoeken en konden inderdaad onmiddellijk constateeren, dat hier in vrij hevige mate dezelfde ziekte opgetreden was. Een week later heeft het Proefstation een samenkomst der planters u t de omgeving georganiseerd, om de symptomen der ziekte te demonstreeren.

Er bleek toen, dat meerdere planters van den Kloet in den laatsten tijd dezelfde verschijnselen op hunne ondernemingen waargenomen hadden. De meeste deelnemers waren het er over eens, dat deze ziekte nieuw was, eenige geloofden, dat zij al vroeger soortgelijke aantastingen gezien hadden, die zij aan djamoer oepas toeschreven. De verschillende collega's van de Proefstations, die nu al jaren lang geregeld koffieondernemingen bezoeken, hadden echter nog nooit iets dergelijks kunnen constateeren.

Wat ons verder onderzoek betreft, zoo is door het optreden der ziekte op Java de situatie eenigszins gewijzigd. Hetgeen wij over het gevaar van overbrengen der ziekte geschreven hebben, is nu alleen nog van lokaal belang. Wij moeten nu in de eerste plaats nauwkeurig zien uit te maken, waar de ziekte voorkomt, en op Java en op Sumatra, en waar zij ontbreekt. Nu de meeste koffieplanters de zeer gemakkelijk waarneembare symptomen kennen, zal het wel niet lang duren, dat wij hieromtrent volledig zullen zijn ingelicht.

14. GECITEERDE LITERATUUR.

- BALLY, W. De invloed van ziekten en plagen op de physiologische processen der planten. Verslag van de 6de vergadering van de Vereeniging van Proefstations Personeel, gehouden te Djocja op 6 en 7 October 1925, blz. 6, 1926.
- BALLY, W. Korte mededeelingen over topsterfte bij koffie in Zuid-Sumatra De Bergcultures, 2de jaarg. pg. 975, 1928.
- DEN BERGER, L. G. Houtsoorten der Cultuurgebieden van Java en Sumatra's Oostkust. Mededeelingen van het Proefstation voor Thee, No. XCVII, 1926.
- BRUSSOFF, H. Die holländische Ulmenkrankheit — eine Bakteriosis. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten 2. Abt. Bd. 63, p. 256, 1925.

- BRUSSOFF, H. Kritische Bemerkungen zu dem Artikel über das Ulmensterben von Gräfin VON LINDEN und LYDIA ZENNECK. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten 2. Abt., Bd. 71, p. 298, 1927.
- BUTLER, E. J. Fungi and disease in plants. Calcutta and Simla 1928.
- DELACROIX, G. Les maladies et les ennemis des caféiers. Paris 1930.
- DOYER, C. M. Untersuchungen über die so genannten Pestalozziakrankheiten und über die Gattung Pestalozzia de Not. Mededeelingen uit het Phytopathologisch Laboratorium WILLIE COMMELIN SCHOLTEN IX, 1925.
- GAUMANN, E. Über eine Pestalozziakrankheit der Nussbäume. Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen Bd. XIV, p. 195, 1927.
- GIJSELMAN & STEUP, makelaars. Koffiestatistiek voor Nederlandsch-Indië, 1927. Batavia 1928.
- DE HAAN, H. M. Het enten van koffie. Mededeelingen van het Proefstation Malang, No. 41, 1923.
- HEALD, F. D. Manual of Plant Diseases. 1 edition, New York 1926.
- KLEBAHN, A. Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfecti. I Eine Verticillium Krankheit auf Dahlien. Mycologisches Centralblatt, Bd. III, p. 49, 1924.
- LINDAU, G. Fungi imperfecti. Rabenhorst-Kryptogamen-Flora 2. Aufl. 1 Bd. VIII, Abt. 1937.
- LINDEN, Gräfin VON und ZENNECK, L. Untersuchungen über das Ulmensterben in den Beständen der städtischen Gartenverwaltung der Stadt Bonn und anderer Orte. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten 2. Abt. Bd. 69, pg. 340, 1927.
- LINDEN, Gräfin VON und ZENNECK, L. Erwiderungen auf die kritischen Bemerkungen von BRUSSOFF zum Ulmensterben. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten 2. Abt., Bd. 71, pg. 300, 1927.
- VAN DER LEK, H. A. A. Onderzoekingen over Tracheomycosen De Verticilliose van de komkommer. Mededeelingen van de Landbouw Hoogeschool en van de daaraan verbonden instituten. Deel XV pg. 1, 1919.
- MC. DONALD, J. Causes of Dieback in Coffee. Technical conferences of the East African Dependencies. Proceedings of the South & East Africa combined agricultural, cotton, entomological and mycological conference held at Nairobi, Augustus 1926, Part IV, pg. 202, 1926.
- VAN DER MEER, I. H. H. Verticillium wilt of herbaceous and woody plants. Mededeelingen van de Landbouw Hoogeschool te Wageningen (Nederland) Deel 28, Verhandeling 2, geen jaartal.
- MOLISCH, H. Mikrochemie der Pflanze, Jena 1913.

- MULLER, H. R. A. Onderzoekingen over *Colletotrichum Lindemuthianum* (Sacc en Magn.) Briet Ca. en *Gloeosporium fructigenum* Berk. forma *Hollandica nova forma*. Dissertatie Wageningen, 1927.
- NOACK, F. Die Krankheiten des Kaffeebaumes in Brasilien Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. XI, pg. 196, 1901.
- PETHYBRIDGE *), G. H. The Verticillium disease of the potato. The scientific proceedings of the Royal Dublin Society, Vol. XV (N. S.) No. 7, 1916.
- QUANJER, H. M. Aard, verspreidingswijze en bestrijding van Phloemnecrose (bladafval) en verwante ziekten, o.a. Sereh. Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, Deel X, blz. 1, 1916.
- RANDS, R. D. Histological studies on the Brown bast disease of plantation Rubber (Mededeelingen van het Instituut voor Plantenziekten, No. 49, 1921.
- SCHAFFNIT, E. und BÖNING, K. Die Braunfleckenkrankheit der Bohnen, eine monographische Studie auf biologischer Grundlage Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abt, Bd. 63, p. 176, 1925.
- SCHWARZ, B. M. Das Zweigsterben der Ulmen, Trauerweiden und Pfirsichbäume. Mededeelingen uit het Phytopathologisch Laboratorium „WILLIE COMMELIN SCHOLTEN” Baarn. V, 1922.
- SMALL, W. Die Back of *Coffea arabica* in Uganda. Uganda Protectorate. Department of Agriculture, Circular, No. 4, 1920.
- SPIERENBURG, D. Een onbekende ziekte in de iepen. Verslagen en mededeelingen van den Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen No. 18, p. 1, 1920.
- SPIERENBURG, D. Een onbekende ziekte in de iepen. Ibid. No. 24, p. 1, 1922.
- STEINMANN, A. Over de instervingsziekte bij *Hevea brasiliensis*. Archief voor de Rubbercultuur in Ned.-Indië, jaarg. 6, p. 93, 1922.
- STRASBURGER, E. Das botanische Praktikum, 5. Aufl. Jena 1913.
- TEODORO, N. G. and GOMEZ, E. T. Coffee disease and their control. The Philippine Agricultural Review, Vol. XIX, p. 249, 1926, vertaald in de Indische Culturen 12e jaarg., p. 111, 1927.
- WOLLENWEBER, H. W. Tracheomykosen und andere Welkekrankheiten nebst Aussichten ihrer Abwehr. Zeitschrift für Angewandte Botanik, Bd. 4, p. 1 1922.
- ZIMMERMANN, A. Über einige an tropischen Kulturpflanzen beachtete Pilze I. Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2 Abt. Bd. VII, p. 101, 1901.
- ZIMMERMANN, A. Eenige pathologische en physiologische waarnemingen over koffie. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin LXVII, 1904.
- ZIMMERMANN, A. Kaffee. Hamburg, 1926.

•) Deze publicatie kon door ons niet geraadpleegd worden.

15. VERKLARING DER PLATEN.

PLAAT I.

- Fig. 1. Begin van insterving. Foto Bally.
- Fig. 2. De eene helft van den boom is ingestorven. Foto Blok.
- Fig. 3. De top is geheel ingestorven. Foto Blok.

PLAAT II. Zeer ver gevorderd stadium van insterving bij een ouden boom.
Foto Schrieke.

PLAAT III.

- Fig. 1. Ingestorven top. Om de verschillende lengte der twee takken van een paar duidelijk te maken, is het 8ste takkenpaar (van boven geteld) opgericht en vastgebonden. Foto : Blok.
- Fig. 2 en 3. Het alleereerste begin der insterving, dat uitsluitend gekarakteriseerd is door de „asymmetrische ontwikkeling”. De naar rechts gerichte takken zijn in beide foto's korter dan de naar links gerichte. Foto Bally.

PLAAT IV.

- Fig. 1. Diagram van een tegenovergestelden bladstand, zooals wij bij koffie nooit ontmoeten.
- Fig. 2. Diagram van een door een linksche torsie veranderden tegenovergestelden bladstand, zooals wij zelfs bij de jongste koffieplanten te zien krijgen.

PLAAT V.

- Fig. 1 en 2. Diagramatische voorstellingen van asymmetrische koffieboomen. De lengte van alle takken werd gemeten, alsmede de hoek, die door een takkenpaar met het er boven liggende gevormd wordt. De takkenparen, van Romeinsche cijfers voorzien, zijn van boven naar beneden genummerd.

PLAAT VI. Een oude tuin. De doode toppen steken boven het groene bladerendak uit.

Fig. 1 Foto Schrieke, fig. 2 Foto Bally.

PLAAT VII. Gemacereerd koffiehout. In deze plaat en in de volgende platen beteekenen : Hpa : houtparenchymcellen (levende cellen van het hout), Hve : houtvezels, Hva : houtvaten, Mst : cellen van de mergstralen.

PLAAT VIII. Microscopische dwarscoupe van koffiehout.

PLAAT IX. Microscopische radiale lengtecoupe van koffiehout.

PLAAT X. Microscopische radiale lengtecoupe met houtvaten in het eerste stadium van aantasting. De schimmeldraden zijn hier, evenals in de volgende afbeeldingen, met Hy aangegeven.

PLAAT XI. Als plaat X. De aan het houtvat links grenzende parenchymcellen zijn niet aangetast.

PLAAT XII. Schimmeldraden in de uiteinden van den stam in ringvormig verdikte houtvaten. In fig. 1 zijn de groeipunten der hyphen zichtbaar.

PLAAT XIII. Het secundaire (fig. 1) en tertiaire (fig. 2) stadium van aantasting der houtvaten. Er ontstaan thyllen (Thy) en er wordt wondgom (Wg) gevormd.

PLAAT XIV.

Fig. 1. Tertiaire stadium op een lengtecoupe met wondgom (Wg) en thyllen (Thy).

Fig. 2. Dwarscoupe. In de verschillende doorgesneden houtvaten zijn verschillende stadia van de ziekte vertegenwoordigd. Gedeeltelijk houtvaten met dwars doorgesneden Hyphen (Hy), gedeeltelijk aangevuld met wondgom (Wg).

PLAAT XV. *Pestalozzia versicolor* Speg.

Fig. 1 Conidiën.

„ 4 - 5 In een suikeroplossing ontkiemde conidiën.
Cladosporium herbarum (Pers.).

„ 6 - 8 Conidiëndrager met kettingen van conidiën in lucht geteekend.

„ 9 Afgevallen sterigmata en conidiën in water.

PLAAT XVI. *Gloeosporium* spec.

Fig. 1 Averculus.

„ 2 Conidiën.

„ 3 en 4 Conidiënvorming direct aan het mycellium.

„ 5 - 9 Apicaal en intercalair gevormde chlamydosporen in een oud mycelium.

Fig. 10 - 12 Ontkieming van conidiën in een suikeroplossing.

„ 13 - 15 Ontkiemde conidiën, die direct tot de vorming van secundaire conidiën overgaan.

PLAAT XVII. *Acrostalagmus cinnabarinus*.

Fig. 1 Conidiëndrager in water.

„ 2 Conidiëndrager in water met afgevallen conidiën.

„ 3 en 4 Conidiëndragers in lucht. De succedaan gevormde conidiën worden door slijmproppen bij elkaar gehouden.

„ 5 Mycelium uit een dekglasscultuur in suikeroplossing. Vorming van secundaire conidiën, die door slijm bij elkaar gehouden worden.

„ 6 Secundaire conidiën.

PLAAT XVIII. Plattegrond van een observatietuin.

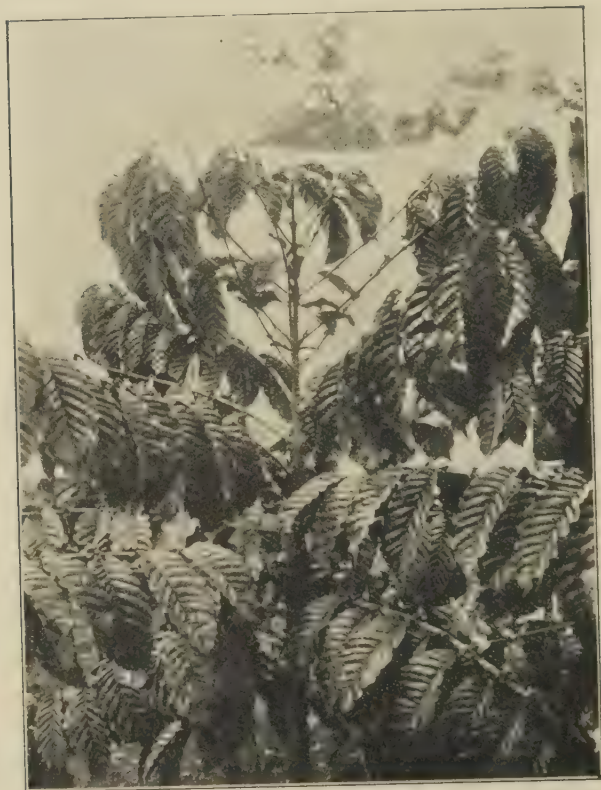


Foto Bally.

Fig. 1. — Begin van insterving.



Foto Blok.

Fig. 2. — De eene helft van den boom is ingestorven.



Foto Blok.

Fig. 3. — De top is geheel ingestorven.



Foto Schrieke.

Zeer ver gevorderd stadium van insterving bij een ouden boom.



Foto Blok.

Fig. 1. — Ingestorven top. Om de verschillende lengte der twee takken van een paar duidelijk te maken, is het 8ste takkenpaar (van boven geteld) opgericht en vastgebonden.



Foto Bally.

Fig. 2. — Het allereerste begin der insterving, dat uitsluitend gekarakteriseerd is door de „asymmetrische ontwikkeling.” De naar rechts gerichte takken zijn in beide foto's (zie Plaat III, fig. 3) korter dan de naar links gerichte.



Foto Bally.

Fig 3. — Het allereerste begin der insterving, dat uitsluitend gekarakteriseerd is door de „asymmetrische” ontwikkeling. De naar rechts gerichte takken zijn in beide foto's (zie Plaat III, fig. 2) korter dan de naar links gerichte.



Fig. 1. — Diagram van een tegenovergestelden bladstand, zooals wij bij koffie nooit ontmoeten.

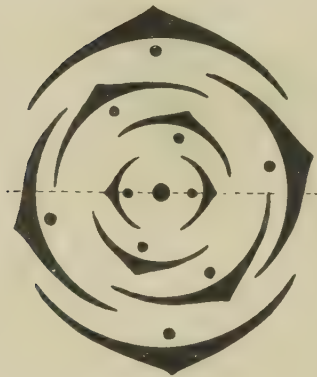


Fig. 2. — Diagram van een door een linksche torsie veranderden tegenovergestelden bladstand, zooals wij zelfs bij de jongste koffieplanten te zien krijgen.

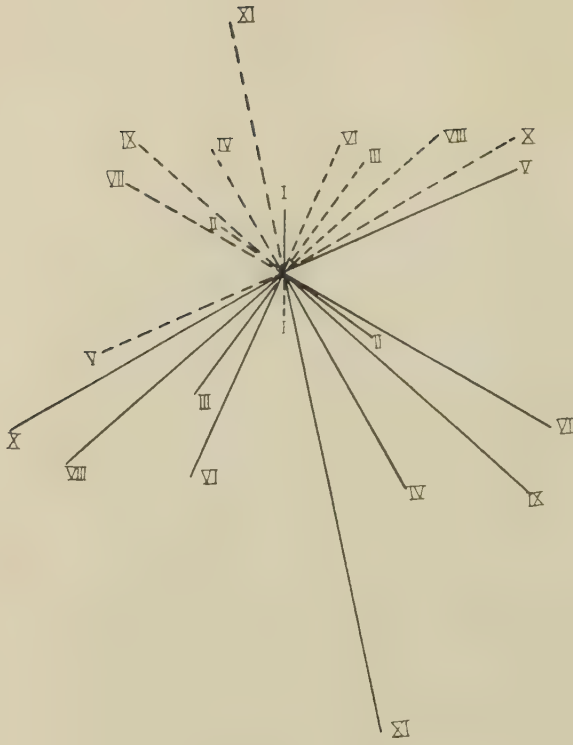


Fig. 1.

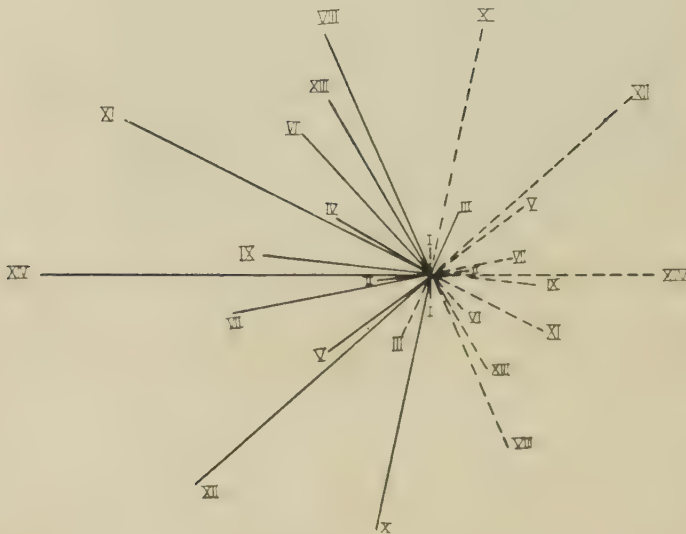


Fig. 2.

Fig. 1. en 2. — Diagrammatische voorstellingen van asymmetrische koffieboomen. De lengte van alle takken werd gemeten, alsmede de hoek, die door een takkenpaar met het er boven liggende gevormd wordt. De takkenparen, van Romeinsche cijfers voorzien, zijn van boven naar beneden genummerd.



Foto Schrieke.

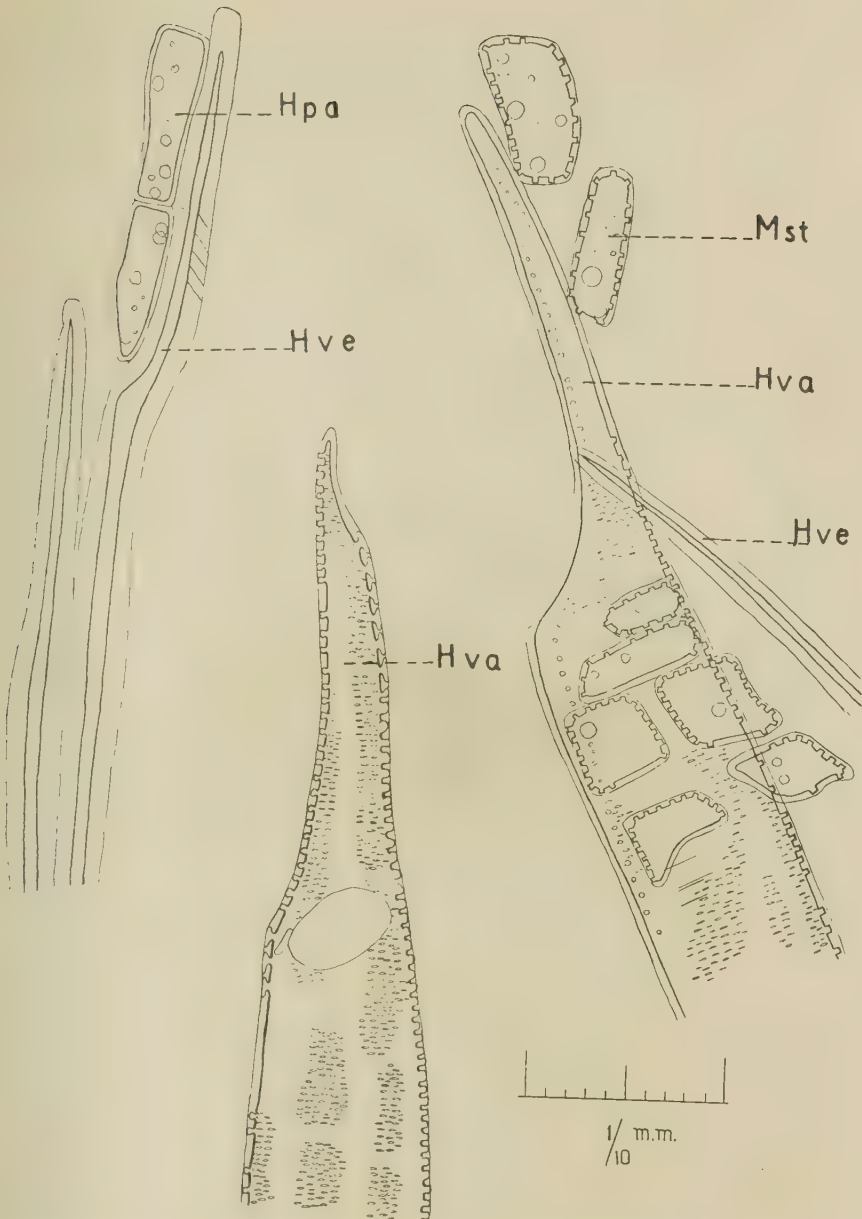
Fig. 1.

Een oude tuin. De doode toppen steken boven het groene bladerendak uit.

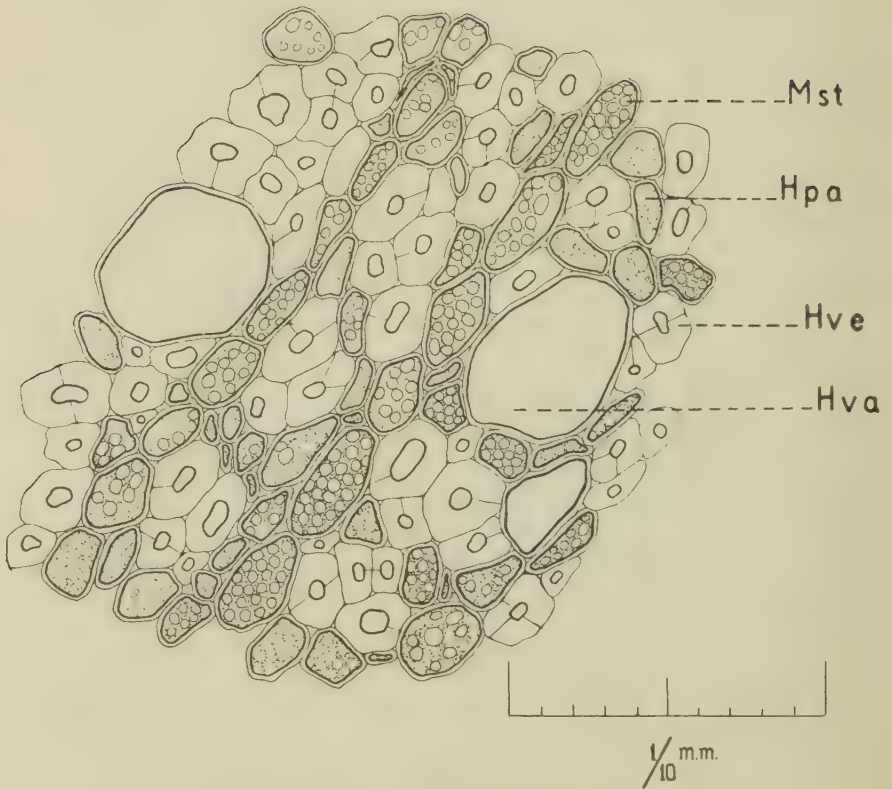


Foto Bally

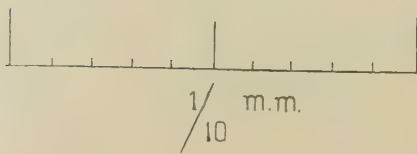
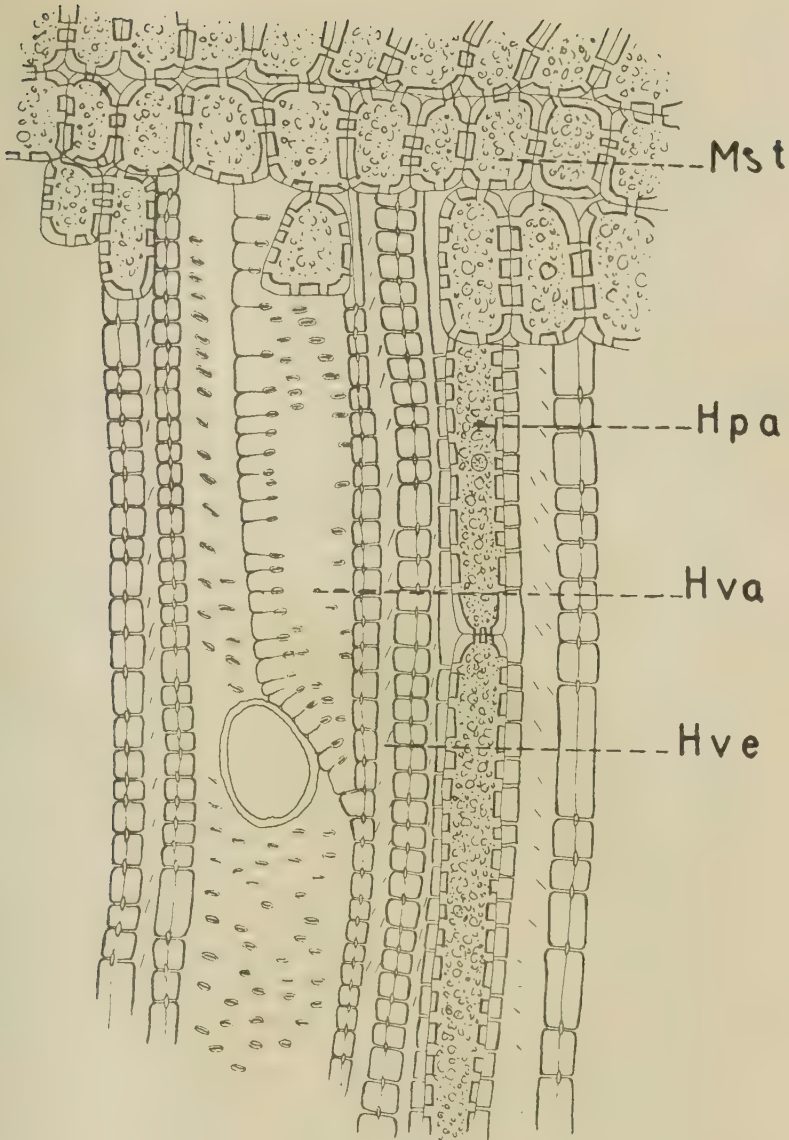
Fig. 2. — Een oude tuin. De doode toppen steken boven
het groene bladerendak uit.



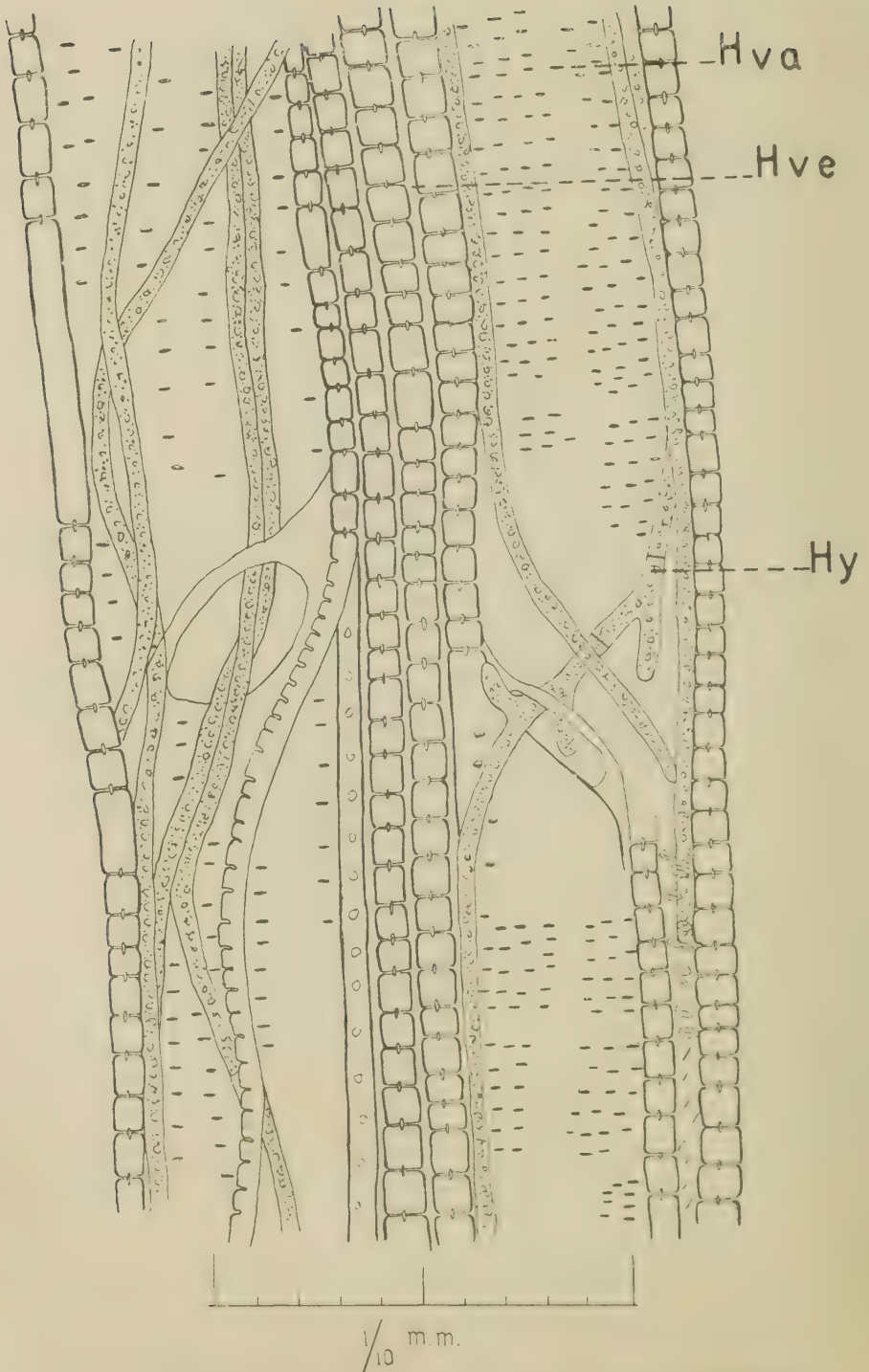
Gemacereerd koffiehout. In deze plaat en in de volgende platen beteekenen:
Hpa: houtparenchymcellen (levende cellen van het hout), **Hve:** houtvezels, **Hva:** houtvaten, **Mst:** cellen van de mergstralen.



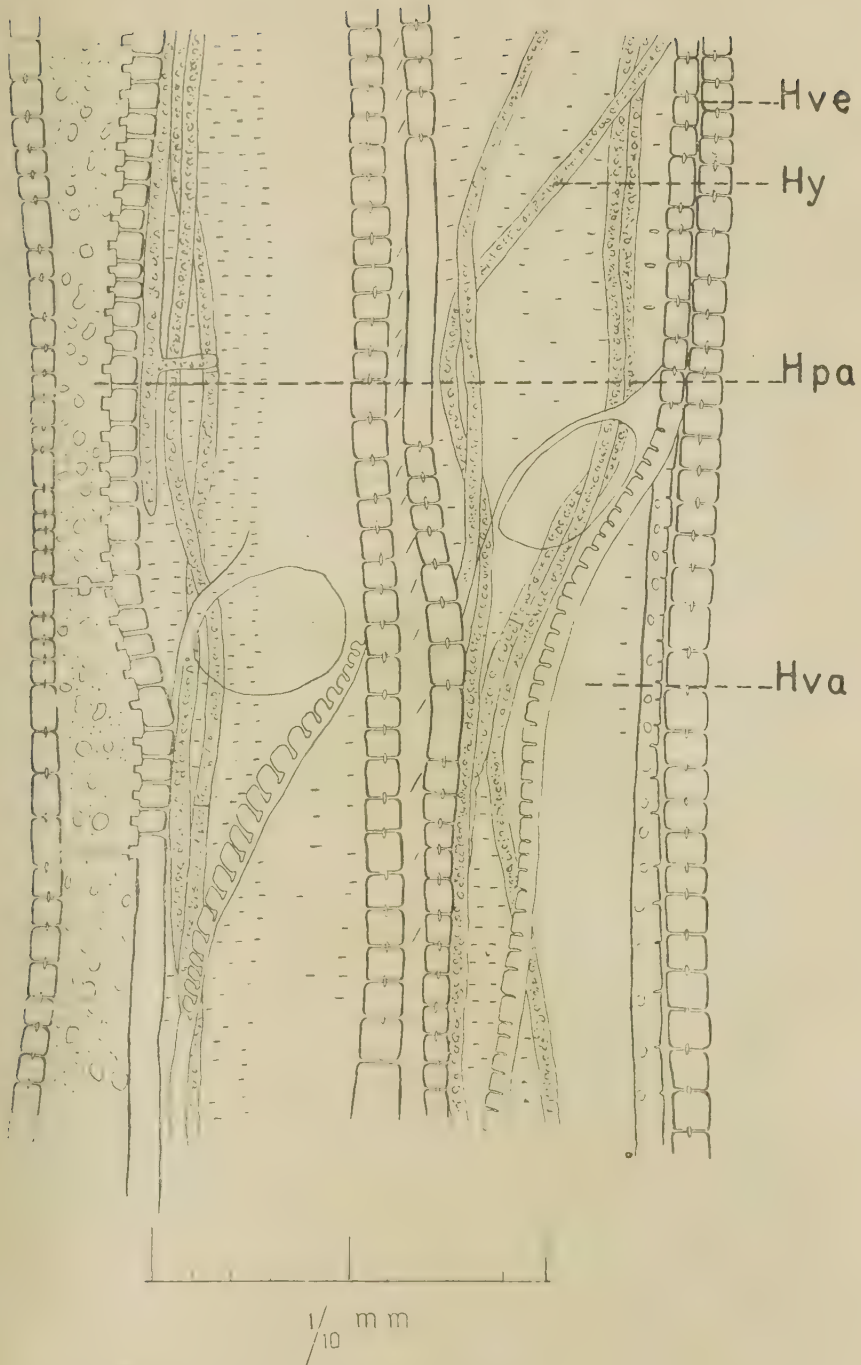
Microscopische dwarscoupe van koffiehout.



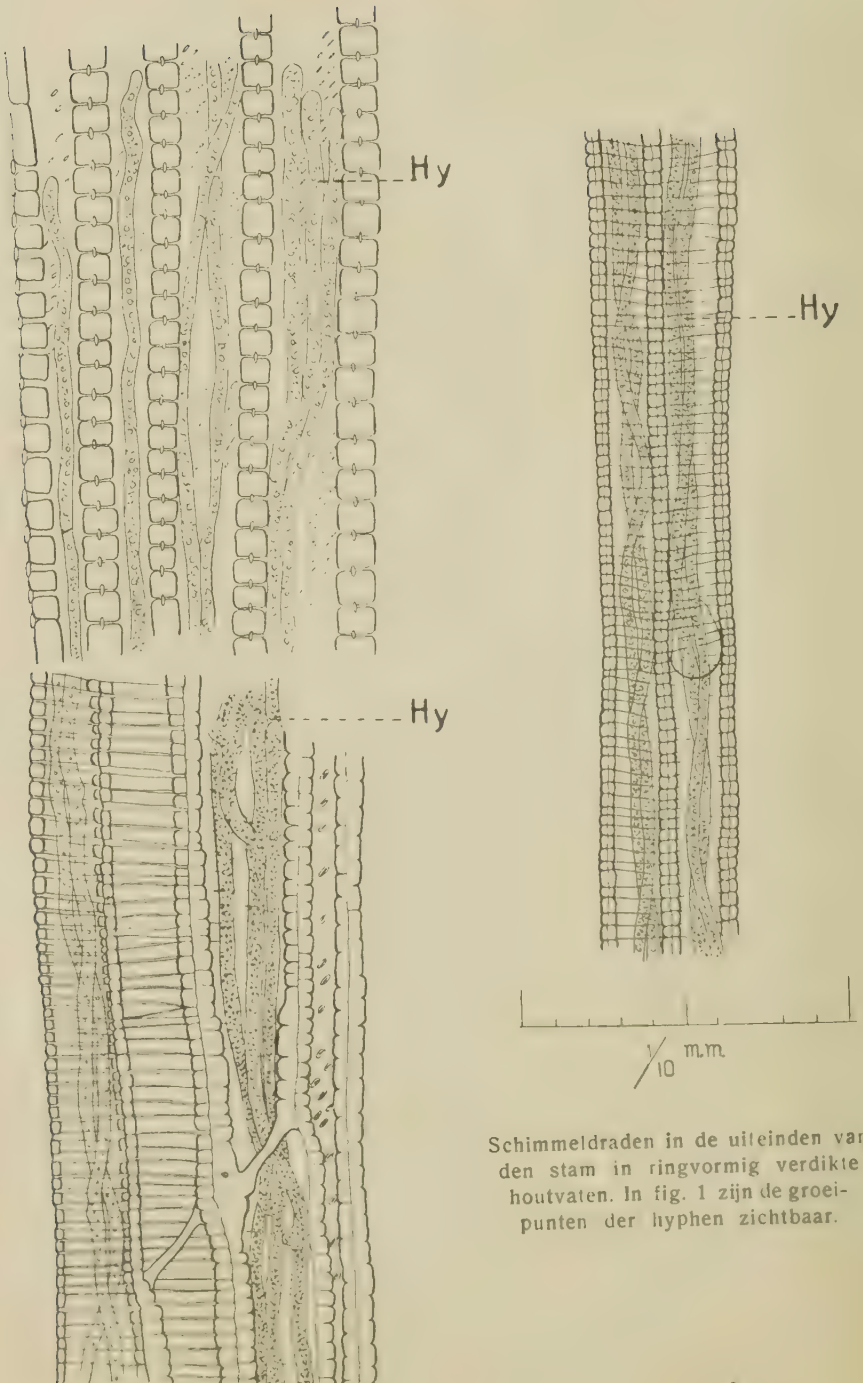
Microscopische radiale lengtcoupe van koffiehout,



Microscopische radiale lengtecoupe met houtvaten in het eerste stadium van aantasting. De schimmeldraden zijn hier, evenals in de volgende afbeeldingen, met Hy aangegeven.



Als X. De aan het houtvat links grenzende parenchymcellen zijn niet aangetast.



Schimmeldraden in de uiteinden van den stam in ringvormig verdikte houtvaten. In fig. 1 zijn de groeipunten der hyphen zichtbaar.

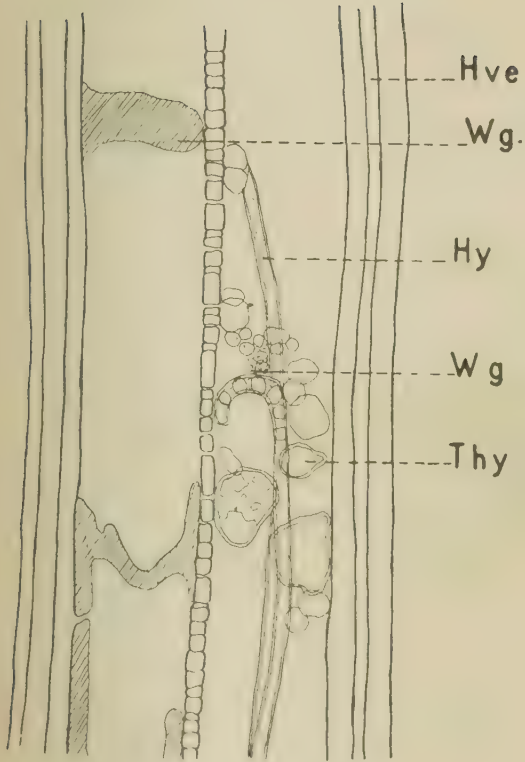


Fig. 1.

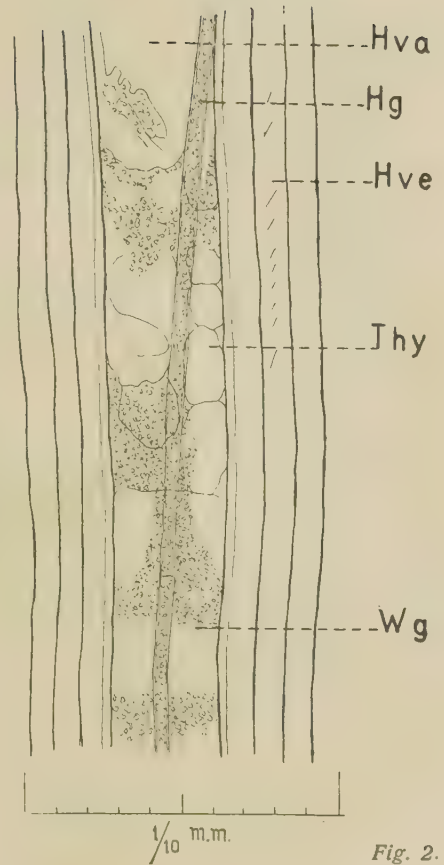


Fig. 2.

Het secundaire (fig. 1) en tertiaire (fig. 2) stadium van aantasting der houtvaten. Er ontstaan thyllen (Thy) en wordt wondgom (Wg) gevormd.

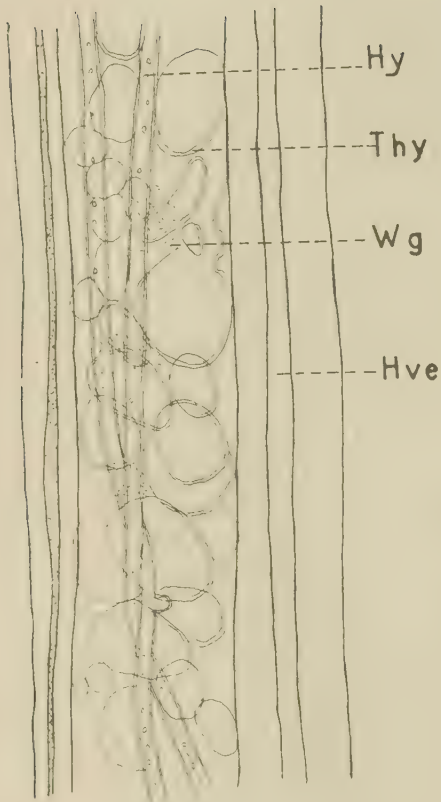


Fig. 1. — Tertiaire stadium op een lengtecoupe met wondgom (Wg) en thyllen (Thy).

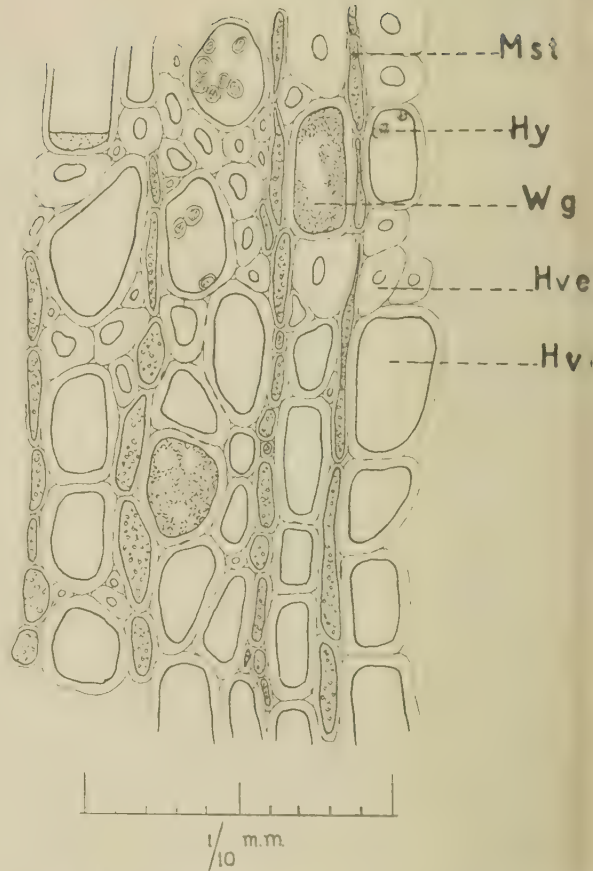
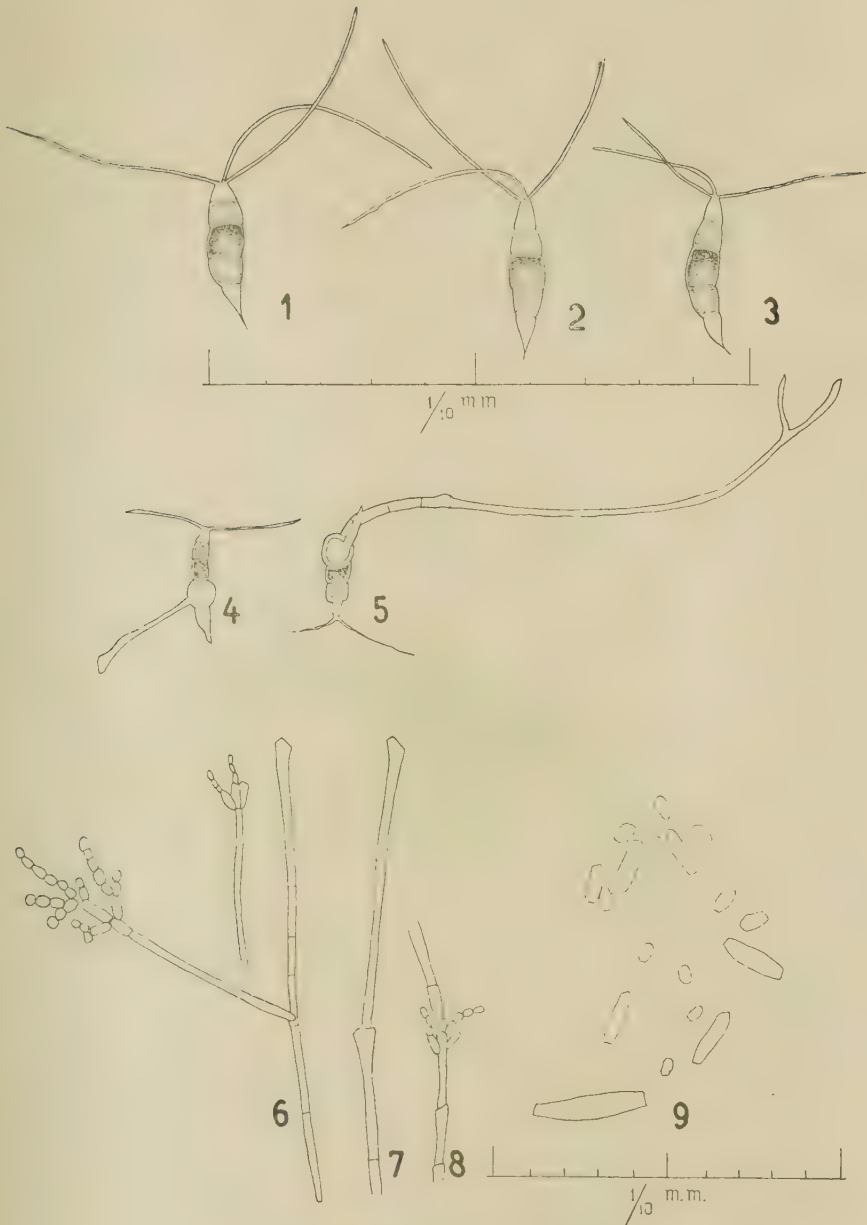


Fig. 2. — Dwarscoupe. In de verschillende doorgesneden houtvaten zijn verschillende stadia van de ziekte vertegenwoordigd. Gedeeltelijk houtvaten met dwars doorgesneden Hyphen (Hy) gedeeltelijk aangevuld met wondgom (Wg)



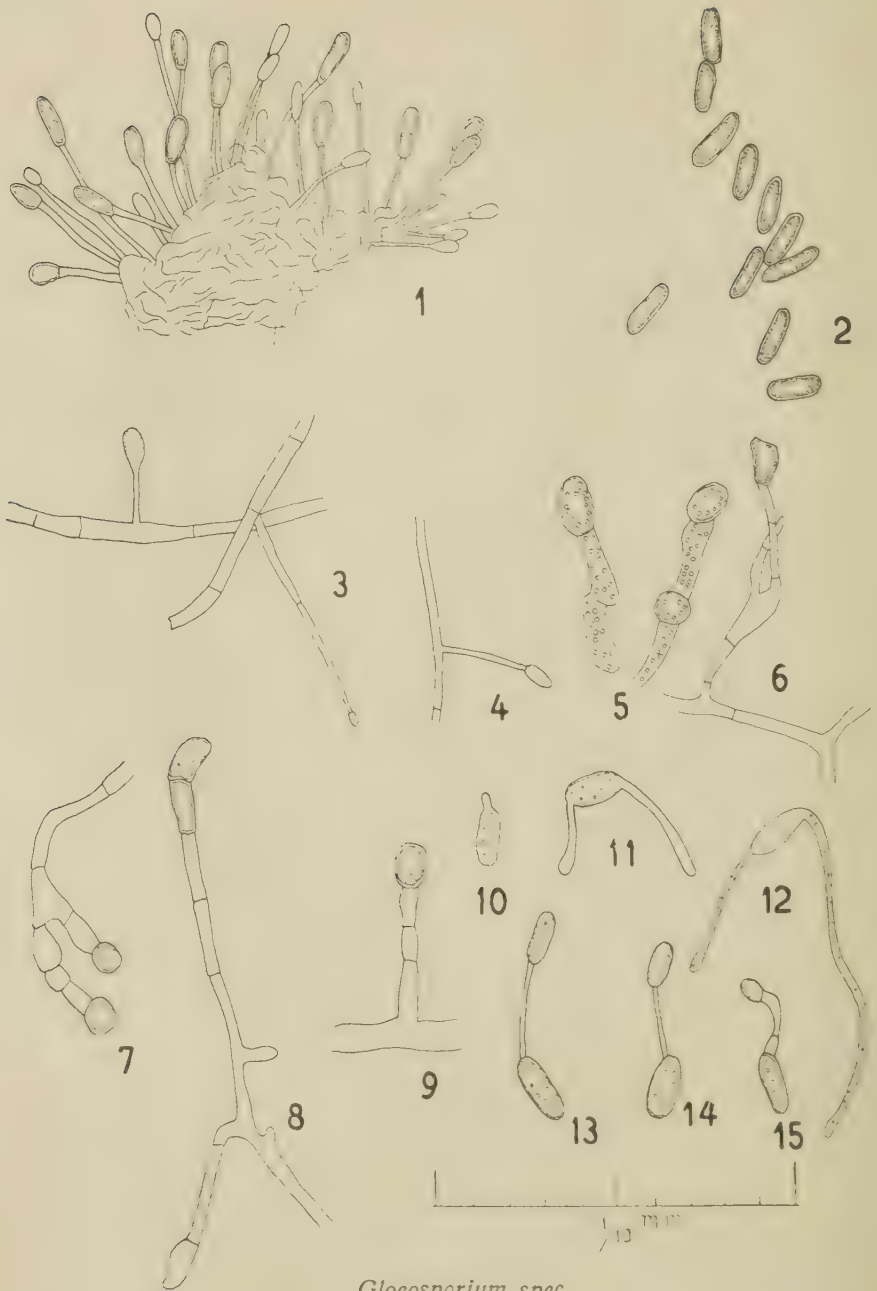
Pestalozzia versicolor Speg.

Fig. 1 - 3. Conidiën.

" 4 - 5. In een suikeroplossing ontkiemde conidiën.

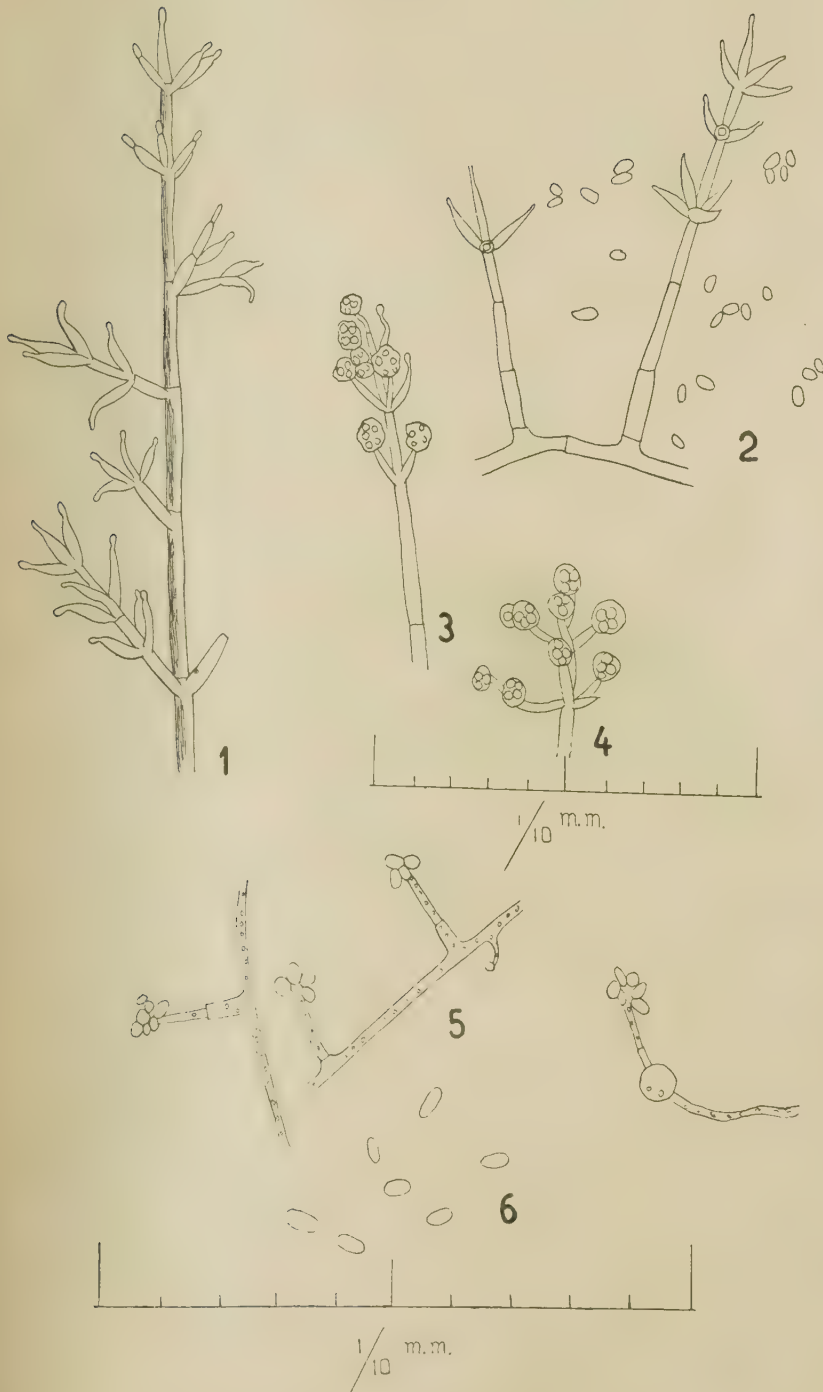
" 6 - 8. Conidiëndrager met kettingen van conidiën in lucht geteekend.

" 9. Afgevallen sterigmata en conidiën in water.



Gloeosporium spec.

- Fig. 1. Averculus.
" 2. Conidiën.
" 3 en 4. Conidiënvorming direct aan het mycelium.
" 5 — 9. Apicaal en intercalair gevormde chlamydosporen in een oud mycelium.
" 10—12. Ontkieming van conidiën in een suikeroplossing.
" 13—15. Ontkiemende conidiën, die direct tot de vorming van secundaire conidiën overgaan.



Acrostalagus spec.

- Fig. 1. Conidiendrager in water.
 " 2. Conidiendrager in water met afgevallen conidiën.
 " 3 en 4. Conidiëndragers in lucht. De succedaan gevormde conidiën worden door slijmproppen bij elkaar gehouden.
 " 5. Mycelium uit een dikglas cultuur in suikeroplossing. Vorming van secundaire conidiën, die door slijm bij elkaar gehouden worden
 " 6. Secundaire conidiën.

[▲] N	o	o	o	o	o	o
	o	<u>I</u>	<u>I</u>	o	o	o
	o	<u>I</u>	o	o	o	o

TABEL 1.

Boom No. 3.

Dag van observatie	19.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28					
Hoogte van af den grond in cm.	130	132	134	138	137					
Lengte der zijtakken in cm. en observaties over insterven (i = instervend, d = dood, b = beschadigd door andere oorzaken (boeboek, gebroken bij het meten enz.) K = kortere, L = Langere tak van een paar.										
Dag van observatie	19.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28					
K.L.	K	L	K	L	K	L	K	L		
Takkenpaar No. 12					2	3	De heele top is weggestorven. Er vormen zich beneden nieuwe uitloopers			
11			1	2	2	3			4	4
10	1	1	2	2	2	3			d	3
9	3	4	4	4	4	4			d	d
8	5	6	6	7	6	7			i	i
7	9	10	10	11	10	11			d	10
6	16	20	17	20	17	21			d	d
5	24	25	24	26	24	26			d	i
4	30	33	30	34	29	34			d	d
3	43	46	45	46	45	48			i 44	i 44
2	i 37	141	i 39	d 42	d	d			d	d
1	61	71	62	72	62	72			d	i 71
0	73	76	73	77	74	76			i 74	i 77
- 1	86	110	b 78	113	b 77	113			77	115
2			112	125	114	126			114	128

TABEL 2.

Boom No. 5

Dag van observatie	19.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28						
Hoogte van af den grond in cm.	153	158	160	160	162						
Lengte der zijtakken in c.M. en observaties over insterven (i = instervend, d = dood, b = beschadigd door andere oorzaken (boeboek, gebroken bij het meten enz.) K = kortere, L = langere tak van een paar.											
Dag van observatie	19.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28						
K.L.	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	
Takkenpaar No.	8						1	5	1	5	
	7			3	5	7	10	11	18	11	19
	6	6	9	9	12	14	26	15	35	16	39
	5	22	26	28	35	31	43	34	53	35	58
	4	33	37	37	41	40	46	43	52	42	54
	3	46	52	52	60	55	67	57	75	58	80
	2	45	53	47	57	48	58	50	58	50	59
	1	57	66	58	71	60	76	61	83	61	87
	0	66	67	66	80	67	82	67	85	66	86
	1	58	84	58	86	59	89	60	89	d	90
	2	91	92	96	96	100	100	100	101	100	101
	3	65	96	76	101	76	101	75	101	76	104
	4	92	99	94	103	100	107	100	111	91	115
	5	b	108	b	112	b	117	b	118	b	118
	6	88	100	88	101	89	102	d	100	d	101
	7			79	118	85	122	90	127	93	133
	8			119	125	121	126				

TABEL 3.

Boom No. 10.

Dag van observatie	19.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28						
Hoogte van af den grond in cm.	136	142	147	152	165						
Lengte der zijtakken in cm. en observaties over insterven (i = instervend, d = dood, b = beschadigd door andere oorzaken (boeboek, gebroken bij het meten enz.) K = kortere, L = Langere tak van een paar.											
Dag van observatie	19.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28						
K.L.	K	L	K	L	K	L					
Takk npaar No.	10				8	9					
	9			5	5	19	20				
	8			6	6	13	19	25	30		
	7	1	1	9	9	15	16	25	27	31	36
	6	11	11	18	19	24	24	28	34	31	43
	5	20	22	26	27	30	23	38	39	44	47
	4	28	31	33	35	37	41	39	47	40	51
	3	37	38	41	44	43	47	50	53	55	56
	2	41	43	46	47	47	51	50	53	56	57
	1	49	52	54	55	56	56	57	59	58	60
	0	53	57	58	60	58	62	62	62	64	64
- 1	60	61	62	65	63	67	63	66	66	66	69
- 2	64	65	58	65	59	67	59	68	62	69	
- 3	58	61	60	61	59	62	63	64			
- 4			b 58	69	o 59	71	58	72			
- 5			66	75	68	87					
- 6			63	71	64	73					
- 7			75	77							

TABEL 4.

Boom No. 13.

Dag van observatie		20.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28
Hoogte van af den grond in cm.		165	165	170	173	178
Lengte der zijtakken in cm. en observaties over insterven (i = instervend, d = dood, b = beschadigd door andere oorzaken (boeboek, gebroken bij het meten enz.) K = kortere, L = langere tak van een paar.						
Dag van observatie		20.10.27	9.11.27	28.11.27	5.1.28	12.2.28
K.L.		K L	K L	K L	K L	K L
Takkenpaar No.	12					3 7
	11				4 7	4 14
	10		2 2	7 8	14 16	d 21
	9	3 4	8 11	12 18	15 26	15 27
	8	12 12	17 18	20 22	24 28	24 30
	7	16 21	18 27	20 32	21 42	21 54
	6	25 26	29 30	32 33	33 34	34 36
	5	28 36	29 42	29 46	29 53	i 30 63
	4	39 39	40 42	40 45	41 44	40 47
	3	40 51	41 55	41 60	41 66	d 70
	2	56 56	55 58	55 60	55 63	i 55 63
	1	48 62	47 63	47 65	48 67	d 68
	0	63 65	61 68	63 72	63 77	d 79
	- 1	59 68	59 67	60 70	58 72	d 72
	2	63 73	63 76	61 80	i 88	d 93
	3	71 77	66 71	67 74	i 75	d i 74
	4	65 81	65 84	67 87	i 92	d 94
	5	74 80	73 80	73 81	i 81	
	6	b 96	b 98	b 97		
	7	92 101				

TABEL 5.

Boom No. 16

Dag van observatie		20.10.27		9.11.27		28.11.27		5.1.28		12.2.28	
Hoogte van af den grond in cm.		151		151		149		152		152	
Lengte der zijtakken in c.m. en observaties over insterven (i = instervend, d = dood, b = beschadigd door andere oorzaken (boeboek, gebroken bij het meten en z.) K = kortere, L = langere tak van een paar.											
Dag van observatie		20.10.27		9.11.27		28.11.27		5.1.28		12.2.28	
K.L.		K	L	K	L	K	L	K	L	K	L
Takkenpaar No.	12	1	3	2	3	2	3	d	3	top ge- heel in- gestorven	
	11	8	9	8	9	8	9	d	8		
	10	11	17	11	18	1	18	d	18		
	9	19	29	20	30	19	30	d	28		
	8	24	35	24	36	24	36	d	36		
	7	30	48	30	49	30	49	d	50		
	6	38	53	38	53	38	54	i	39		54
	5	38	64	i	38	66	d	67	d		65
	4	63	64		61	63	63	63	62		64
	3	d	63	d	45	62	d	63	d		d
	2	85	90		87	93	90	95	19		100
	1	80	98	i	80	103	d	106	d		111
	0	104	104		105	107	106	110	107		111
	- 1	110	111		115	116	116	118	120		125
	2	112	127		117	120	120	123	123		125
	3				123	124	121	126			
4				125	128						

TABEL 6.

Boom No. 18.

Dag an observatie		20.10.27		9.11.27		28.11.27		5.1.28		11.2.28	
Hoogte van fa den grond in cm.		190		192		191		194		196	
Lengte der zijtakken in c.M. en observa ies over insterven (i = instervend, d = dood, b = beschadigd door andere oorzaken (boeboek, gebroken bij het emten enz). K = kortere, L = langere tak van een paar.											
Dag van observatie		20.10.27		9.1.27		28.11.27		5.1.28		11.2.28	
K.L.		K	L	K	L	K	L	K	L	K	L
Takkenpaar No.	11					2	3	2	4	d	4
	10	3	3	5	6	7	7	7	8	5	8
	9	7	12	9	15	10	17	10	19	11	20
	8	16	19	17	20	17	20	17	21	17	20
	7	18	2	20	33	22	35	23	38	23	39
	6	26	33	27	34	27	35	27	53	28	36
	5	24	46	25	49	25	50	25	50	d	d
	4	41	41	42	42	42	44	42	45	43	54
	3	32	59	32	60	30	61	i 31	62	d	62
	2	47	56	48	55	50	57	50	59	50	60
	1	40	67	42	67	40	68	d	69	d	70
	0	60	69	61	68	60	69	62	70	d	70
	- 1	52	78	53	78	53	80	d	83	d	85
	2	63	79	63	81	63	82	d	87	d	87
	3	61	87	62	89	61	94	d	89	d	103
	4	63	75	63	75	62	75	d	79	d	80
	5	67	89	i 67	89	d	89				
	6	b	10	b	102						
	7	81	90								

